www.radio.ru

11 • 2019

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Миллиомметр + измеритель сопротивления каналов МОП-транзисторов — приставка к мультиметру



- Стереофонический ламповый УМЗЧ
- Велосипедная светодиодная фара
- Речевой кабельный прибор
- Электронный коммутатор зажигания

...и ещё 14 конструкций

11
2019

Рис. 10

"Обмен опытом-2"

В. БАТАЛОВ, г. Мытищи Московской обл.

(см. статью на с. 28)

Рис. 6

Рис. 9

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

НОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ С УНИКАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ!



АКТАКОМ YouTube

@aktakom



Прецизионный TrueRMS мультиметр АММ-1149

- Высокая точность 0,05%
- Суперчёткий ЖК-индикатор 50000 отсчётов
- Одновременное отображение трёх измеренных параметров
- Измерение постоянной и переменной составляющих (AC+DC)
- Высокое разрешение (0,01 мВ; 0,01 мкА; 0,01 Ом; 0,001 Гц; 0,001 нФ)
- Удержание пиковых значений (PEAK) и режим относительных измерений (REL)
- Режим измерения токовой петли 4-20 мА с отображением в % (LOOP)
- Регистратор измеренных значений (9999 ячеек)
- Защита от пыли и влаги IP67

Промышленный TrueRMS мультиметр АММ-1015

- ЖКИ 19999 отсчетов
- Частотный диапазон 40 Гц...1 кГц
- Базовая погрешность 0,1%
- Измерение пост. и перем. тока до 20 А
- Измерение емкости до 2000 мкФ



TrueRMS мультиметр со встроенным измерителем RLC АММ-3033

- ЖКИ 6000 отсчётов с подсветкой
- Базовая погрешность 0,5%
- Тестовая частота до 10 кГц
- Регистратор данных на SD карту
- Измерение индуктивности до 100 Гн
- Измерение емкости до 600 мкФ





Мультиметр с функцией мегаомметра АМ-1018В

- Базовая погрешность 0,2%
- Измерение сопротивления изоляции до 2 ГОм
- Тестовое напряжение 50 В/ 100 В/ 250 В/ 500 В/ 1000 В
- Измерение частоты синусоидального сигнала, прямоугольных импульсов и коэффициента заполнения
- Режим измерения емкости 1000 мкФ

Профессиональный мультиметр АМ-1060

- Большой ЖКИ дисплей 3999 отсчетов
- Быстрод. графическая шкала: 40 сегм.
- Базовая погрешность 0,5%
- Удержание мин./макс. значений
- Измерение пиковых уровней
- Относительные измерения



TrueRMS мультиметр с автовыбором диапазонов АММ-1032

- Большой ЖКИ (6000 отсчётов) с подсветкой и графической шкалой
- Бесконтактный датчик переменного напряжения (NCV)
- Удобное крепление щупов на корпусе



Мультиметр со встроенным фонариком АММ-1048

- ЖКИ 3 3/4 разрядов (4000 отсчётов)
- Широкий набор измерительных функций
- Бесконтактный индикатор напряжения
- Категория защиты: CAT III 1000V
- Эргономичный корпус



Бюджетный цифровой мультиметр АММ-1042

- Измерение токов с высоким разрешением 0,1 мкА
- Автоматический и ручной выбор диапазонов
- Компактные размеры



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

На правах рекламы

В НОМЕРЕ:

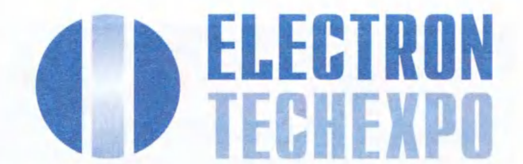
На нашей обложке. Миллиомметр + измеритель сопротивления каналов МОП-транзисторов — приставка к мультиметру (см. статью на с. 23).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

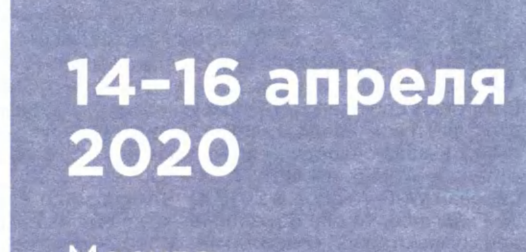
ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ВЕЛОФАРЫ
ЛАБОРАТОРНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ
БЛОК УПРАВЛЕНИЯ RGB-ЛЕНТОЙ
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАМОК

Тираж журнала «Радио» № 10 сдан для рассылки подписчикам 04.10.2019 г.



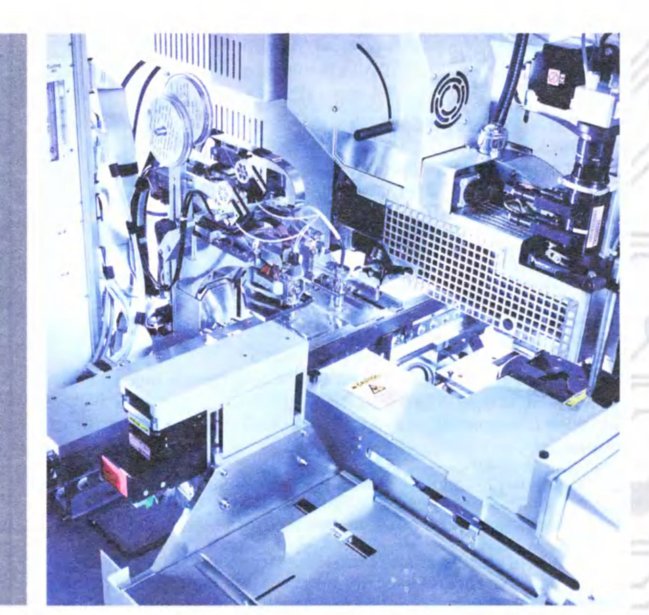


Крупнейшие выставки электронной промышленности
в России и СНГ, которые охватывают полный цикл
производства электроники



14–16 апреля 2020

Москва
МВЦ «Крокус Экспо»



Забронируйте стенд

expoelectronica.ru
electrontechexpo.ru



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
electron@ite-expo.ru

Ваш компонент успеха!



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754
Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН
Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.10.2019 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2019. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 03895-19



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

www.drweb.com

Бесплатный номер службы поддержки в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571
Факс: (495) 783-9181
E-mail: info@rinet.ru
Сайт: http://www.rinet.net

Ваш номер — шестой

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Если бы Эдисон не изобрёл электричество — до сих пор бы смотрели телевизор при свечах".

(Школьный курс физики 2030 г.)

В 2019 г. "семейство" стандартов Института инженеров электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers) IEEE 802.11, известное более как Wi-Fi, отмечает своё двадцатилетие. Одновременно на мировой рынок вышел очередной представитель этого семейства — стандарт Wi-Fi 6, известный ранее как IEEE 802.11ax (анонсирован Wi-Fi Alliance в 2018 г.). Что касается организации Wi-Fi Alliance, то она объединяет крупнейших производителей компьютерной техники и беспроводных устройств, которые в октябре 2018 г. решили ввести упрощённую схему обозначения стандартов Wi-Fi, которые приняты в IEEE. Вместо сложных для глаза и уха неискушённого потребителя названий стандартов IEEE стали использоваться порядковые номера. Поэтому вся история "семейства" теперь выглядит так:

Wi-Fi 1 — IEEE 802.11a (1999 г.);
Wi-Fi 2 — IEEE 802.11b (1999 г.);
Wi-Fi 3 — IEEE 802.11g (2003 г.);
Wi-Fi 4 — IEEE 802.11n (2009 г.);
Wi-Fi 5 — IEEE 802.11ac (2014 г.);
Wi-Fi 6 — IEEE 802.11ax (2019 г.).

Зачем всё это нужно? Унификация Wi-Fi должна помочь производителям проще продвигать фирменное оборудование. Больше не придётся задаваться вопросом, что лучше — ac или n? Вместо этого можно ориентироваться на номер — очевидно, чем он больше, тем современнее.

К тому же довольно часто встречается ситуация, когда пользователи покупают ноутбуки, поддерживающие стандарт, с которым не может работать их домашний роутер. В результате более новое устройство прибегает к механизмам обратной совместимости, когда обмен данными осуществляется с помощью более "древнего" стандарта. В некоторых случаях это может снижать скорость передачи данных на 50...80 %, причём в глазах пользователя во всём будут виноваты ноутбук и его производитель. Для того чтобы наглядно показать, какой стандарт поддерживает тот или иной гаджет, Wi-Fi Alliance и предложил новую маркировку — иконка Wi-Fi, поверх которой указана соответствующая цифра:

Wi-Fi 4 — (4) ; Wi-Fi 5 — (5) ; Wi-Fi 6 — (6) .

Таким образом, в будущем при подключении к Wi-Fi-сети маршрутизатор укажет версию соединения, благодаря чему вы сможете легко выбрать более новый стандарт.

Кстати, термин Wi-Fi придуман изобретателями корпорации Alliance и образован от рекламного слогана The Standard for Wireless Fidelity. Его сначала сократили до Wireless Fidelity, а потом до Wi-Fi.

Теперь несколько слов о происхождении всего вышеуказанного. Как это часто бывает, единственного автора у разработки технологии Wi-Fi, очевидно, не существует. С одной

стороны, конечно, всегда найдутся люди, готовые бескорыстно помочь вам нести тяжкое бремя славы, с другой — когда во многих головах созрели все предпосылки, чрезвычайно трудно выделить именно первую. Так было и с телефоном, и с радио, и с телевидением, и с мобильной связью, и с Wi-Fi тоже было. В целом гений — это существо, способное решать проблемы, о которых вы не знали, способом, который вам непонятен.

Часто "отцом" Wi-Fi называют радиоастронома из Канберры Джона О'Салливана, под руководством которого в 1991 г. в ходе проведения эксперимента в лаборатории CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) по регистрации мини-взрыва чёрной дыры возникла необходимость во внедрении беспроводной сети, технология которой и была разработана в 1991 г.

Однако известно, что ещё в 1990 г. комитет по стандартам IEEE 802 сформировал рабочую группу по стандартам для беспроводных локальных сетей 802.11, когда появились первые образцы оборудования, преодолевшие проблему его несовместимости у разных производителей. Эта группа занялась разработкой всеобщего стандарта для радиооборудования и сетей, работающих на частоте 2,4 ГГц со скоростями доступа 1 и 2 Мбит/с. Работы были завершены в июне 1997 г., когда была ратифицирована первая спецификация 802.11. Говорят, О'Салливан разработал первую версию данного протокола.

Ещё одним "отцом" Wi-Fi называют голландского инженера Вика Хейза, сотрудника корпораций NCR и Agere, который возглавлял в 90-е годы рабочую группу IEEE 802.11 и внёс большой вклад в разработку стандартов. Ещё развитию Wi-Fi помогло открытие в 1985 г. Федеральной комиссией по связи США (FCC) отдельных полос радиочастот для публичного использования, что подстегнуло интерес радиоинженеров к его освоению.

Но оказывается, у Wi-Fi есть ещё и "мать" — известная в 40-е годы голливудская актриса (!) Хэди Ламарр. Именно ей принадлежит патент на "Систему секретных сообщений" (выдан патентным агентством США в 1940 г.), которая исключала риск перехвата информации за счёт возможности изменения частоты (предтеча "скачков по частоте" или frequency hopping, превратившихся в XXI веке в технологию OFDM). 88 радиочастот данной системы соответствовали набору клавиш фортепиано. До начала 60-х годов патент на секретное изобретение не предавался огласке, и только в 1962 г. возможности устройства Хэди Ламарр нашли применение на подводных лодках США, а позже были использованы в разработках IEEE. В 1997 г. Хеди Ламарр удостоилась медали Чести Конгресса США и, кстати, награды IEEE (что многое объясняет).

Стандартом 802.11 определён единственный подуровень MAC (Medium Accsess Control), взаимодействующий с тремя типами протоколов физического уровня, соответствующих различным технологиям передачи сигналов по радиоканалам в диапазонах 915 МГц и 2,4 ГГц с широкополосной модуляцией и прямым расширением спектра (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) и частотных скачков (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS), а также с помощью инфракрасного излучения. В зависимости от условий приёма использовалась модуляция, при которой обеспечивалось наилучшее соотношение между скоростью и достоверностью передачи данных (пусть медленнее, но без ошибок).

Используется также метод коллективного доступа с обнаружением несущей и предотвращения коллизий при попытке одновременной передачи пакетов разными передатчиками (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance, CSMA/CA), что напоминает технологию коллективного доступа, используемую в сетях Ethernet.

Диапазон 2,4 ГГц (от 2,4 до 2,4835 ГГц) наиболее интересен для использования, поскольку в нём меньше помех от посторонних источников сигналов. В свою очередь, диапазон 915 МГц не только мал, но и находится в полосе сетей стандарта GSM. В режиме FHSS весь диапазон 2,4 ГГц используется как одна широкая полоса (с 79 подканалами). В режиме DSSS этот же диапазон разбит на несколько широких DSSS-каналов, которых одновременно может быть использовано не более трёх. Метод FHSS предусматривает изменение несущей частоты сигнала при передаче информации. При использовании FHSS конструкция приёмопередатчика получается очень простой, но этот метод применим, только если пропускная способность не превышает 2 Мбит/с. Кстати, эта проблема стала одной из главных причин создания новых версий стандарта.

На MAC-уровне определяются базовые структуры архитектуры сети и перечень услуг, предоставляемых этим уровнем. Стандартом определяются два основных типа архитектуры сетей: Ad Hoc и Infrastructure Mode.

В режиме Ad Hoc, который называют также IBSS (Independent Basic Service Set) или режим Peer to Peer (точка-точка), станции непосредственно взаимодействуют друг с другом. Для этого режима требуется минимум оборудования. Каждая станция должна быть оснащена беспроводным адаптером. При такой конфигурации не требуется создания какой-либо сетевой инфраструктуры, её создают сами клиентские устройства. Основные недостатки режима Ad Hoc — ограниченный радиус возможной зоны обслуживания, проблемы с подключением к внешней сети (например, к Интернету), а также более вероятная перегрузка сети при росте трафика.

В режиме Infrastructure Mode станции взаимодействуют друг с другом не напрямую, а через точку доступа (Access Point), которая выполняет в беспроводной сети роль своеобразного концентратора (аналогично тому, как это происходит в традиционных кабельных сетях). Рассматривают два режима взаимодействия с точками доступа: BSS (Basic Service Set) и ESS (Extended Service Set). В режиме BSS все станции связываются между собой только через точку доступа, которая может выполнять также функцию моста с внешней сетью. В расширенном режиме ESS существует инфраструктура нескольких сетей BSS, причём точки доступа взаимодействуют друг с другом, что позволяет передавать трафик от одной BSS к другой. Сами точки доступа соединяются между собой либо с помощью сегментов кабельной сети, либо с помощью радиомостов.

Первое коммерческое устройство Wi-Fi под названием WaveLan произвела американская компания AT&T.

Итак, в сентябре 1999 г. IEEE ратифицировал расширение предыдущего стандарта IEEE 802.11b (известное, как 802.11 High Rate), что определяло стандарт для беспроводных сетей, которые работают на скорости 11 Мбит/с в частотном диапазоне 2,4 ГГц. Потом появился стандарт 802.11a с максимальной скоростью передачи данных до 54 Мбит/с в частотном диапазоне 5 ГГц (от 5,15 до 5,350 ГГц и от 5,725 до 5,825 ГГц). И понеслось...

Последний стандарт Wi-Fi 6 ориентирован на увеличение пропускной способности и улучшенную спектральную эффективность в условиях плотной абонентской среды. Он имеет диапазоны 2,4 и 5 ГГц (в перспективе будут добавлены диапазоны 1 ГГц и 6 ГГц) и рассчитан на поддержку устройств предыдущих стандартов и оптимизирован для сценариев с высокой плотностью абонентских устройств и устройств IoT (прежде всего сенсоров и датчиков, которые, как правило, характеризуются редким выходом в эфир с малым количеством передаваемых данных). Алгоритмы, позволяющие точкам доступа согласовывать время следующего выхода в эфир, втрое увеличивают срок эксплуатации их аккумуляторов. Временной интервал можно эффективно дробить для большого количества устройств Интернета вещей (IoT), обеспечивая тем самым предсказуемый сервис. Например, прибору учёта воды достаточно выходить в эфир хотя бы раз в день, но уж точно не 20 раз в секунду. Согласно прогнозу Организации экономического сотрудничества и развития (OECD), к 2022 г. с развитием IoT среднее число подключённых к Интернету устройств в доме составит около 50 (в настоящее время — до 10).

Шестое за 20 лет существования технологии поколение Wi-Fi не несёт принципиальных изменений, однако специалисты ожидают от него возрастания воздействия на бизнес-среду. Сегодня многие участники рынка работают над развитием экосистемы партнёров, что характеризуется проектами, связанными не только с совместимостью оборудования, терминальных устройств, но и с обеспечением плавного роуминга, бесшовного перехода между сетями Wi-Fi и LTE (а затем и 5G), комфортного подключения к публичным сетям Wi-Fi. Ожидается, что Wi-Fi 6 и 5G с их новыми скоростями стимулируют волну инноваций, появление новых бизнес-моделей, изменят подходы к ведению бизнеса в разных сферах деятель-





ности. Достаточно вспомнить, насколько LTE сумел изменить роль смартфона в жизни каждого человека. Возможно пересечение зон применения Wi-Fi 6 и 5G, где могут использоваться обе технологии. Например, в условиях высокой динамики и мобильности бизнеса фиксированный беспроводной доступ на 5G может оказаться наиболее подходящим вариантом для микрофилиалов. То же самое можно сказать и об организации доступа для устройств IoT или для сетевого обслуживания критически важных приложений (в силу более высокой помехозащищённости 5G).

Стандарт	802.11n (Wi-Fi 4)	802.11ac (Wi-Fi 5)	802.11ax (Wi-Fi 6)
Год утверждения	2009	2014	2019
Диапазон частот, ГГц	2,4 и 5	5	2,4 и 5 (в перспективе 1 и 6)
Ширина канала, МГц	20, 40 (опционально)	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40 (2,4 ГГц); 80, 80+80, 160 (5 ГГц)
Размер FFT	64, 128	64, 128, 256, 512	64, 128, 256, 512, 1024, 2048
Частотный интервал между поднесущими, кГц	312,5	312,5	78,125
Длительность передачи символа OFDM, мс	3,6 (с коротким интервалом), 4 (с длинным интервалом)	3,2 (контрольная сумма — 0,4/0,8 мс)	12,8 (контрольная сумма — 0,8/1,6/3,2 мс)
Предельный вид модуляции	64-QAM	256-QAM	1024-QAM
Скорость передачи данных, Мбит/с	54…600 (максимум из четырёх потоков)	433 (80 МГц, один поток), 6933 (160 МГц, восемь потоков)	600 (80 МГц, один поток), 9607,6 (160 МГц, восемь потоков)
Поддержка SU/MU-MIMO-OFDMA	SU-MIMO-OFDM	SU-MIMO-OFDM, MU-MIMO-OFDM	MU-MIMO-OFDMA

Что касается отличия Wi-Fi 6 от предыдущего поколения стандарта, прежде всего, это производительность. Wi-Fi 6 обеспечивает максимальную скорость до 9,6 Гбит/с. Новый стандарт поддерживает модуляцию до 1024-QAM (Wi-Fi 5 — до 256-QAM). То есть теперь в единице спектра можно разместить значительно больше информации. Впрочем, максимальные скорости являются лишь теоретическими максимумами, которых вы вряд ли когда-либо достигнете при обычном использовании Wi-Fi в домашних условиях. А если и достигнете, не очень понятно, для чего это можно использовать. Например, средняя скорость загрузки данных в США порядка 72 Мбит/с, что менее 1 % от теоретической максимальной скорости.

Ещё одно важное преимущество технологии — меньшая задержка (что, кстати, крайне важно в 5G). Для кодирования используются сигналы в радиоинтерфейсе OFDMA (а не OFDM). По сути, эта технология является многопользовательской версией OFDM. Она позволяет делить сигнал на поднесущие частоты и выделять их группы для обработки отдельных потоков данных. Это позволит синхронно транслировать данные сразу нескольким клиентам Wi-Fi 6 с усреднённой скоростью. Но тут есть одна оговорка: все эти клиенты должны обязательно поддерживать Wi-Fi 6, поэтому "старые" гаджеты окажутся "за бортом". Исторически при выходе нескольких устройств в эфир возникали коллизии (если эфир занят, устройство вынужденно переводилось в спящий режим). По мере повышения плотности подключаемых устройств применение такого механизма становится невозможным, и переход к технологии OFDMA позволяет гарантировать меньшую задержку. В восходящем канале Wi-Fi 6 предусмотрен планировщик ресурсов. Устройство "договаривается" с точкой доступа о том, когда нужно выйти в эфир. Проще говоря, OFDMA контролирует скорость передачи данных и вероятность ошибок индивидуально для каждого пользователя сети и позволяет одновременно передавать информацию от девяти устройств.

Технология целевого времени пробуждения (Target Wake Time, TWT) по большей части предназначена для устройств IoT и позволит точке доступа определять конкретное время для доступа к среде в процессе обмена информацией между клиентом и маршрутизатором. TWT определяет время, когда устройство бездействует, а когда работает. Если оно не передаёт данные в конкретный промежуток времени (например ночью), его Wi-Fi-подключение "засыпает". Для каждого устройства устанавливается "целевое время пробуждения" — момент, когда условный ноутбук всегда передаёт данные (например, в рабочие часы в корпоративных сетях). В такие периоды режим сна активироваться не будет. Поддержка функции снизит общее энергопотребление сети и, соответственно, уменьшит расход батареи и уменьшит загруженность сети.

В 2018 г. Wi-Fi Alliance представил WPA3 — крупнейшее обновление протокола безопасности Wi-Fi за последние 14 лет, которое будет использоваться в Wi-Fi 6. Устройства, использующие WPA3, будут устойчивы к самому популярному методу взлома путём брутфорса, когда хакер пытается подобрать пароль всеми допустимыми комбинациями символов. Безопасность гарантирует новый механизм аутентификации SAE (Simultaneous Authentication of Equals) с усиленным шифрованием. Также примечательно, что поддержка протокола безопасности WPA3 является обязательным требованием для сертификации Wi-Fi 6.

В Wi-Fi 6 появится поддержка технологии MU-MIMO, которая позволяет маршрутизатору обмениваться данными с несколькими устройствами одновременно вместо поочерёдной передачи. В Wi-Fi 5 технология MIMO (Multiple Input Multiple Output) позволяла транслировать данные четырём клиентам с помощью разных поднесущих. В Wi-Fi 6 число возможных подключений устройств увеличили до восьми. В Wi-Fi Alliance заявляют, что системы MU-MIMO вкупе с OFDMA помогут организовывать максимальную многопользовательскую передачу данных со скоростью до 11 Гбит/с по нисходящей линии связи.

Если смотреть на Wi-Fi 6 шире, то усиление поддержки многопользовательских технологий, и особенно введение поддержки одновременного приёма сигнала от нескольких пользователей, совпадает с ростом требований к качеству обработки пользовательских данных, которые будут собираться с устройств IoT и обрабатываться с помощью технологий искусственного интеллекта. В будущем новый стандарт может быть интегрирован в экосистему цифровой экономики. Основные отличия между Wi-Fi 4, Wi-Fi 5 и Wi-Fi 6 приведены в **таблице**.

Лидеры отрасли, в частности, Qualcomm, полагают, что в будущем для адекватного качества сервиса сетям Wi-Fi потребуется более широкий диапазон, чем могут обеспечить стандартные 2,4 ГГц и 5 ГГц. Диапазон 2,4 ГГц уже давно заполнен разными электронными устройствами, а 5 ГГц предоставляет недостаточную полосу для каналов повышенной ширины (например, 80 или 160 МГц), к тому же отдельные части диапазона 5 ГГц (в том числе в РФ) подразумевают ограничения на его использование. Компания Qualcomm предложила выделить в свободной области частот в районе 5 ГГц полосу шириной около 1280 МГц под открытые информационные технологии. В ответ на публичный опрос, проведённый FCC в июле 2017 г., более 30 компаний, включая Qualcomm, внесли предложение, в котором утверждается, что полоса частот от 5925 до 7125 МГц (так называемый диапазон 6 ГГц) — именно то, что отвечает всем требованиям следующего поколения широкополосных беспроводных средств связи общего назначения. Применительно к Wi-Fi это предложение означает, что диапазон 6 ГГц будет открытым и будет подразделяться на четыре поддиапазона с различными техническими требованиями, в том числе в части помехозащищённости.

Читатели, приславшие в редакцию любые пять из шести купонов за полугодие, смогут претендовать на один из призов.

Принимая во внимание то, что стандарт Wi-Fi 6 в настоящий момент находится в разработке, а США входят в число стран, принимающих решение об открытии диапазона 6 ГГц, рабочая группа IEEE закрепила поддержку этого диапазона в стандарте Wi-Fi 6. Объявление диапазона 6 ГГц, который появится в устройствах Wi-Fi 6 второй волны, открытым является привлекательным решением для компаний, поскольку в этом случае они смогут использовать данную полосу частот без дополнительных согласований. Ожидается, что это станет новым стимулом для инноваций и инвестиций, которые в результате приведут к так называемой "четвёртой технологической революции".

Впрочем, Wi-Fi 6 — это лишь один из многих разрабатываемых в настоящее время новых стандартов беспроводной связи, которые будут определять требования к разнообразным сетям с различными типами устройств. В частности, новые стандарты, от 802.11aj/ay, которые предполагают скорости порядка десятков гигабит в секунду в миллиметровом диапазоне (60 ГГц), до низкочастотных (до 1 ГГц) спецификаций, например, 802.11ah, который предлагает относительно низкую пропускную способность при большей дальности действия (актуально для устройств IoT), войдут в перечень стандартов 5G, регламентирующих использование открытых и специальных (требующих дополнительного согласования) диапазонов частот.

Ожидается, что первые устройства с поддержкой Wi-Fi 6 появятся на рынке в начале 2020 г. Они будут обозначены соответствующей маркировкой. Однако участники ИТ-сообщества видят у Wi-Fi 6 большой минус в контексте внедрения технологии. Ведь ощутимый результат перехода на Wi-Fi 6 окажется заметен только в том случае, если все устройства сети будут поддерживать новый стандарт. А с этим определённо возникнут проблемы.

Некоторые маршрутизаторы уже могут содержать информацию о том, что они поддерживают технологию 802.11ax, но на самом деле настоящего Wi-Fi 6 ещё нет, как нет и доступных клиентских устройств Wi-Fi 6.

Wi-Fi Alliance ожидает, что стандарт будет завершён, а аппаратное обеспечение будет выпущено в 2019 г. Впрочем, всем потенциальным пользователям не стоит даже думать об этом слишком много: в будущем новые маршрутизаторы, смартфоны, планшеты, ноутбуки и другие Wi-Fi-устройства будут поставляться с этой технологией.

Остаётся напомнить, что релиз Wi-Fi 6 ожидается в декабре 2019 г.

По материалам ***wifigid.ru, connect-wit.ru, cisco.com, vedomosti.ru, if24.ru, trashbox.ru, tadviser.ru, habr.com, itweek.ru, fb.ru, kunegin.com, network.xsp.ru, nix.ru***

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

Разработка программ для микроконтроллеров STM32, ATmega и других на заказ.

Сбор данных, передача на сервер, управление, свет, звук, CAN и LIN, генерация сигналов, измерения и т. д.

E-mail: micro51@mail.ru
т. +7-912-619-5167

* * *

Для Вас, радиолюбители!

РАДИО элементы, наборы, материалы, корпуса — наложенным платежом.

От Вас — оплаченный конверт для каталога.

426072, г. Ижевск, а/я 1333.
ИП Зиннатов РК.
Тел. 8-912-443-11-24,
rtc-prometej@yandex.ru

* * *

СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ, СВЕТИЛЬНИКИ И ВСЁ ТАКОЕ...
www.new-technik.ru

* * *

SDR приёмники и аксессуары:
www.radiospy.ru

Ламповый стереофонический усилитель-цирклотрон

В. ВОЛОДИН, г. Бурбах, Германия

Радиолюбительство — массовое увлечение радиоэлектроникой XX века. Появилось сначала в связи с появлением и развитием радио. Собственно это направление и дало название увлечению. Далее, по мере распространения электроники в другие области народного и домашнего хозяйства, туда же распространялись и интересы радиолюбителей. В нашей стране, возможно, благодаря своеобразной специфике, появился особый класс людей или даже социальная прослойка — радиолюбители. Обычно это очень увлечённые и творческие люди. Причём это увлечение роднило их настолько сильно, что два радиолюбителя, случайно встретившись в каком-то поезде, несущемся из пункта А в пункт Б бескрайнего Советского Союза, могли проговорить о своём увлечении многие часы, стать лучшими друзьями, а расставшись, потом долго поддерживать дружеские отношения путём радиообмена или почты. Многие считают, что в конце XX века радиолюбительство потеряло свою массовость и сейчас практически сошло на нет.

И вот вдруг в далёкой стране ты встречаешь такого же человека из далёкого прошлого — настоящего радиолюбителя, до сих пор увлечённо собирающего ламповые усилители. Ты эпизодически заходишь к нему в гости, общаешься, и в тебе потихоньку просыпается увлечение детства и юности. Вспоминается маленький рабочий посёлок гидростроителей, где ты вырос. Вспоминаются Дом пионеров и радиокружок. Вспоминается первый руководитель кружка — молодой парень, студент вечернего института, который находил время в выходные дни заниматься с нами, шалопаями. С радиодеталями у нас тогда было плоховато. Что делать? Мы жили в маленьком посёлке, и здесь не было специализированных магазинов. Единственным источником таковых являлась старая радиотелевизионная аппаратура, которую нам тем или иным образом удавалось добыть. Вполне естественно, что лучшим подарком для меня на день рождения тогда был старенький, отработавший своё радиоприёмник.

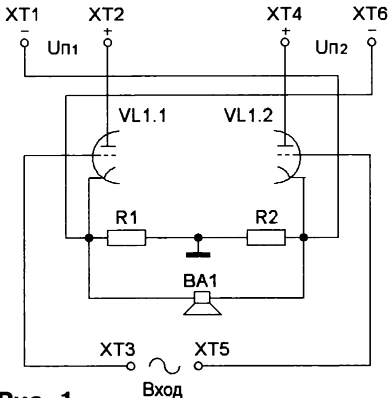


Рис. 1

Также не удивительно, что, получив такой жизненный опыт, я и в дальнейшем не мог пройти мимо нерачительного отношения к электронному оборудованию и комплектующим. И даже, когда в 80-е годы ламповая техника безвозвратно ушла из промышленных цехов и узлов связи, я не смог равнодушно пройти мимо устаревших комплектующих, которые за ненадобностью дробили и выбрасывали в утиль. Увидев такую

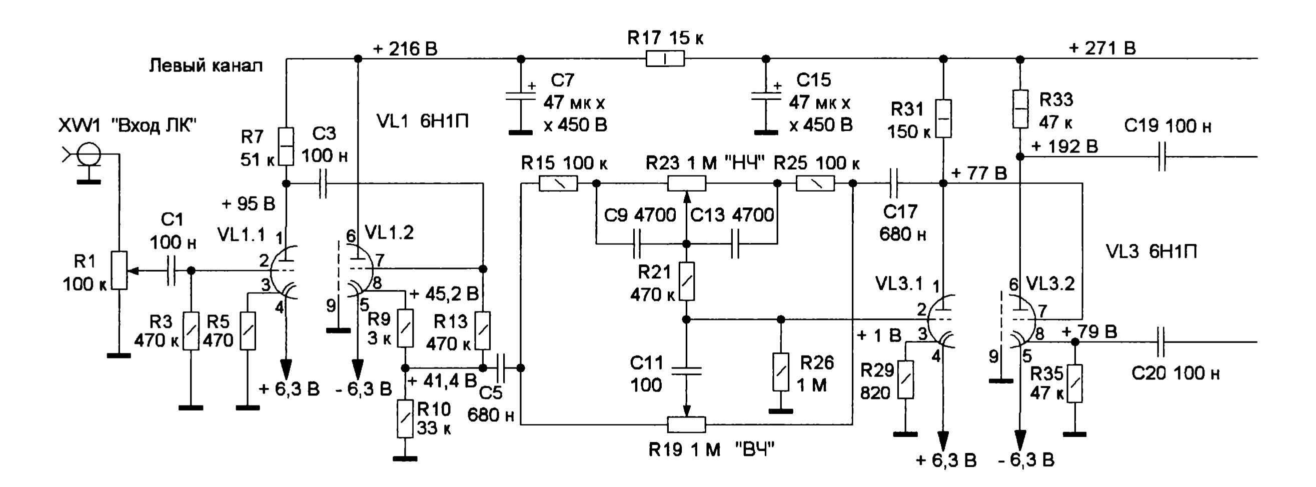
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

бесхозяйственность, набрал целый ящик электронных ламп, который впоследствии пришлось долгое время спасать уже от любимой супруги во время генеральных уборок и переездов.

И вот настало их (ламп) время. Вспомнив старое увлечение, достаю с дальней полки свой ящик и смотрю, что там есть. А есть там немало, примерно по десятку Г807, 6П3С, 6Н13С, 5Ц3С, пара 6Н8С, штук пять 6Н1П. Тут же лежат, практически новые, керамические ламповые панельки для навесного монтажа. Короче, по нынешним временам, — целое богатство! Настроение омрачается практически полным отсутствием подходящего трансформаторного железа и обмоточного провода. А какой ламповый усилитель может обойтись без сетевого и выходного трансформаторов? Ответ — практически никакой.

С облегчением вспомнил, что где-то у себя видел пару сетевых тороидальных трансформаторов 230/(15+15) В мощностью по 100 Вт. Именно их можно попытаться использовать в качестве "суррогатных" выходных трансформаторов. Однако, если при расчёте выяснится, что их надо перемотать (а это, скорее всего, так и будет), то перематывать будет нечем. Давно закончились времена, когда в каждом сетевом радиоэлектронном устройстве стоял сетевой трансформатор. Сейчас везде используются малогабаритные "бестрансформаторные" блоки питания. В принципе, подобный блок питания можно использовать и в усилителе. В сети Интернет, а также в журнале "Радио" [1] описывалось несколько удачных попыток использования компьютерного блока питания для питания накальных и анодных цепей лампового усилителя. Однако идея такого "суррогатного" блока питания была быстро отметена. Это было сделано по нескольким причинам. Во-первых, из-за больших и не совсем подходящих габаритов компьютерного блока питания. Во-вторых, из-за относительно невысокой эффективности и связанной с этим необходимостью принудительного охлаждения силовых транзисторов и диодов с помощью шумного вентилятора. Транзисторы и диоды компьютерного блока питания работают в режиме "жёсткой коммутации", что приводит к дополнительным потерям, а также к генерации сильных электромагнитных помех в широком частотном диапазоне. Подавление этих помех может представлять определённые трудности. Хотя они в основном высокочастотные и обычно непосредственно через усилитель не прослушиваются, но они могут вызывать сбои различных радиочастотных интерфейсов, а также проникать в звуковой канал через радиоприёмные устройства. Поэтому нужна менее "шумная" и более эффективная технология, позволяющая обойтись естественным охлаждением. Существуют, например, резонансные LLC-преобразователи, обладающие высокой эффективностью и низким уровнем генерируемых помех. Использование такого преобразователя позволит полноценно решить проблему с питанием усилителя.

Для решения проблемы выходного трансформатора желательно найти такой вариант схемы лампового усилителя мощности, который позволит использовать в качестве выходного трансформатора обыкновенный сетевой трансформатор, не имеющий отвода от середины первичной обмотки. Причём отсутствие отвода от середины первичной обмотки — не главная проблема. Сетевые трансформаторы рассчитаны для работы от переменного сетевого напряжения 230 В промышленной частоты 50 Гц. Чтобы усилитель с таким трансформатором нормально усиливал низкие частоты, начиная с 20 Гц, необходимо как минимум пропорционально снизить напряжение первичной обмотки трансформатора. Следовательно, усилитель должен работать на относительно низкоомную



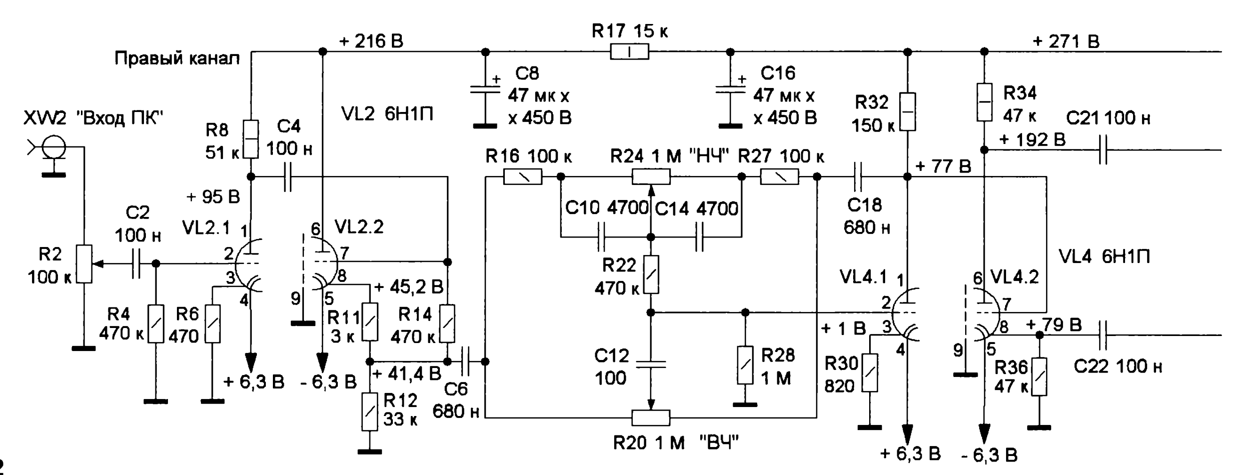


Рис. 2

нагрузку. Такие схемы существуют, вернее, существует несколько подходящих мостовых и полумостовых схем. На эту тему было немало прекрасных публикаций в журнале "Радио". Это — "Безжелезный усилитель" [2], имеющий полумостовой выходной каскад, высококачественный усилитель В. Смирнова [3], имеющий противопараллельный мостовой выходной каскад и широкополосный усилитель низкой частоты Г. Крылова [4], имеющий мостовой выходной каскад, а также многие другие.

Из перечисленного мне больше всего нравится мостовой выходной каскад, который в современных информационных источниках известен под названием *цирклотрон* (Circlotron). По мнению некоторых специалистов, цирклотрон, являющийся разновидностью катодного повторителя, обеспечивает наименьшие нелинейные искажения (**рис. 1**).

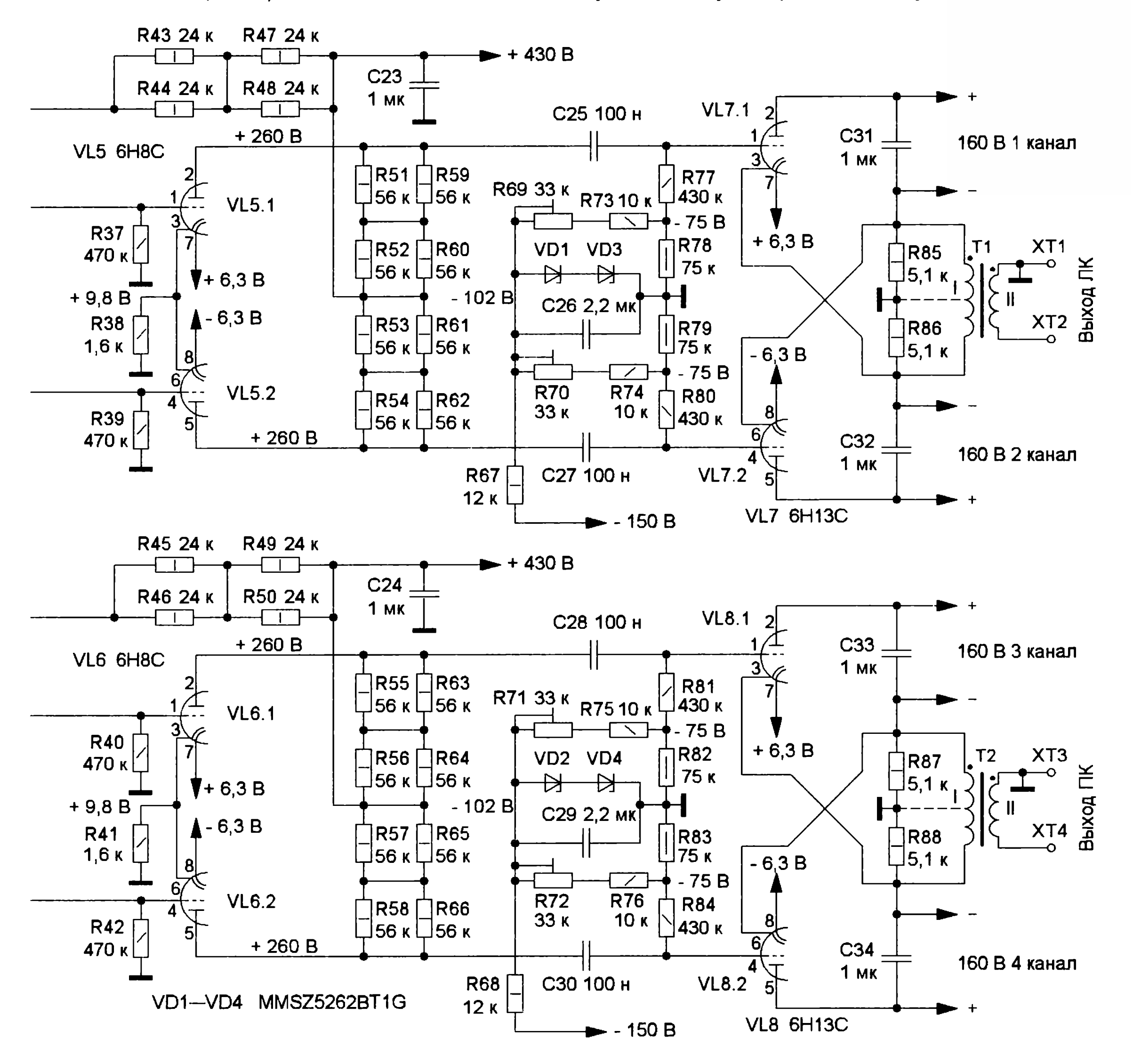
Цирклотрон был запатентован в начале 50-х годов прошлого века и существуют, как минимум, три патента с его описанием, заявки на которые последовательно подали Cecil T. Hall (1951 г.) [5], Tapio Köykkä (1952 г.) и Alpha M. Wiggins (1954 г.) [6]. Следует отметить, что на тематических форумах в Интернете цирклотрон иногда ошибочно называют *циклотроном*.

Главным недостатком цирклотрона является необходимость использования для его питания двух "плавающих", т. е. гальванически развязанных источников постоянного напряжения. Для этого в стереоусилителе потребуется организовать не менее пяти изолированных друг от друга источников постоянного напряжения. Один — для предварительного усилителя и четыре — для двух оконечных. Это условие серьёзно усложняет сетевой трансформатор и выпрямитель источника питания. Возможно, именно это обстоятельство стало препятствием для более широкого распространения цирклотрона в усилителях мощности. Но если для питания усилителя использовать импульсный источник питания, указанная проблема уже не имеет большой остроты. Импульсный преобразователь работает на высокой частоте и поэтому имеет менее габаритный и более простой в изготовлении трансформатор.

Предварительно определим основные параметры выходного каскада лампового усилителя с указанным "суррогатным" выходным трансформатором. Предполагаемые выходные трансформаторы рассчитаны для работы в сети переменного тока частотой $F_c = 50$ Гц и напряжением $U_c = 230$ В. Но мы делаем усилитель, у которого нижняя частота полосы пропускания должна быть $F_н = 20$ Гц. Чтобы этого добиться от такого трансформатора, необходимо снизить напряжение на его первичной обмотке U_1 как минимум до $U_1 = U_c \times F_н/F_c = 92$ В.

Кроме этого, известно, что максимальная индукция в магнитопроводе сетевого трансформатора находится в интервале 1...1,5 Тл, а для выходного трансформатора мощностью 10 Вт она не должна превышать 0,7 Тл [7]. Следовательно, действующее напряжение на первичной обмотке трансформатора усилителя необходимо уменьшить до $U_{1у} = 0{,}7 \times U_1 = 64{,}4$ В, а амплитудное напряжение $U_{1уамп} = 64{,}4/0{,}707 = 91$ В. Поскольку при нулевом напряжении на сетке остаточное напряжение на аноде триода 6Н13С $U_{AOC} = 60$ В, требуемое анодное напряжение питания выходного каскада $U_{пит.А} = U_{1уамп} + U_{AOC} = 141$ В.

Однако работа выходного лампового каскада с нулевым напряжением на сетке чревата резким повышением нелинейных искажений из-за сеточного тока. Поэтому обычно делают некоторый запас смещения (не менее 1 В). Наличие этого запаса приводит к повышению остаточного напряжения на триоде. Поэтому анодное напряжение следует увеличить до $U_{питА} = 160$ В.



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Теперь о выходном трансформаторе. При выходной мощности каждого канала $P_{вых}$ = 10 Вт определим сопротивление нагрузки оконечного каскада $R_{вк} = (U_{1Уамп})^2/2P_{вых} = 414$ Ом. Если совместно с усилителем будет использована акустическая система с сопротивлением $R_{ас}$ = 8 Ом, потребуется трансформатор с коэффициентом трансформации $K = (R_{вк}/\ R_{ас})^{1/2} = 7{,}2$. Применительно к сетевому трансформатору это означает, что напряжение вторичной обмотки должно быть $U_2 = U_c/K = 32$ В. Получилось, что имеющиеся в распоряжении сетевые трансформаторы 230/(15+15) В как нельзя лучше подходят на роль "суррогатных" выходных трансформаторов.

Схема усилителя показана на **рис. 2**. Его основной особенностью является то, что он полностью триодный. Так как усилитель имеет два аналогичных канала, то рассмотрим только один из этих каналов, верхний на схеме. Выходная мощность каждого канала — 10 Вт, при коэффициенте нелинейных искажений 0,85 %. Чувствительность усилителя — 0,47 В. Диапазон воспроизводимых частот лежит от 15 Гц до 25 кГц, при завале частотной характеристики на −2 дБ по краям диапазона. По умолчанию, усилитель рассчитан для работы с нагрузкой 8 Ом.

В оконечном каскаде усилителя используется мощный сдвоенный триод 6Н13С (VL7). Расположенные в общем баллоне триоды работают в одинаковых условиях, что благоприятно сказывается на долговременной симметричности оконечного каскада усилителя. Кроме этого, по сравнению с тетродами или пентодами, триоды являются более линейными приборами. В результате, благодаря использованию цирклотрона на триодах, удалось получить низкий уровень гармонических искажений даже без охвата усилителя общей отрицательной обратной связью. И это немаловажно, поскольку, согласно мнению многих слушателей — фанатов "лампового звука", отсутствие в усилителе общей глубокой отрицательной обратной связи благоприятно сказывается на его звучании.

Питание оконечного каскада осуществляется от двух источников постоянного напряжения 160 В (1-й канал и 2-й канал). Как уже говорилось ранее, эти источники не имеют непосредственной связи между собой и общим проводом усилителя. Накалы всех ламп усилителя питаются стабилизированным постоянным напряжением 6,3 В.

Источник напряжения −150 В используется для формирования фиксированного минусового смещения на управляющих сетках триодов оконечного каскада. Сначала это напряжение поступает на параметрический стабилизатор, состоящий из элементов R67, VD1, VD3 и C26, где стабилизируется на уровне 102 В. Далее, через регулируемые делители напряжения R69R73R78 и R70R74R79, напряжение смещения поступает на сеточные цепи оконечного каскада. Подстроечными резисторами R69 и R70 устанавливают необходимое напряжение смещения, а также обеспечивают равенство токов покоя ламп оконечного каскада.

Через разделительные конденсаторы C25 и C27 противофазные (сдвинутые на 180°) сигналы звуковой частоты поступают на управляющие сетки ламп оконечного каскада. Эти сигналы формируются на выходе предоконечного каскада, собранного на двойном триоде VL5 6Н8С и выполненного по схеме дифференциального усилителя. Для питания этого каскада используется повышенное напряжение 430 В. Выбор такого значения напряжения определяется необходимостью формирования на сетках ламп оконечного каскада переменного напряжения амплитудой 120 В и даже более, в зависимости от используемого выходного трансформатора.

Резисторы R51, R52, R59, R60 и R53, R54, R61, R62 — анодные нагрузки предоконечного каскада. Автосмещение на сетках лампы VL5 получается за счёт падения напряжения на катодном резисторе R38. Этот же резистор служит для симметрирования выходного напряжения предоконечного каскада. Нелинейные искажения в оконечном и предоконечном каскадах — 2...3 %. Однако, благодаря инверсии сигнала, эти искажения частично компенсируются, и результирующие искажения заметно снижаются.

Фазоинверторный каскад собран на триоде VL3.2 по схеме с разделённой нагрузкой. Одинаковые по сопротивлению резисторы R33 и R35 выполняют функцию анодной и катодной нагрузок. Через разделительные конденсаторы C19 и C20 противофазное напряжение звуковой частоты с выхода фазоинвертора поступает на вход предоконечного каскада. Управляющая сетка триода VL3.2 непосредственно соединена с анодом триода VL3.1, на котором собран усилитель напряжения. Питание каскадов, собранных на лампе VL3, осуществляется через развязывающий фильтр R43R44R47R48C15 от общего напряжения +430 Вт. За счёт падения напряжения на резисторах фильтра напряжение на конденсаторе уменьшается до +271 В.

Регулятор тембра — активный, он собран на лампах VL1.2 и VL3.1 и обеспечивает подъём и завал частотной характеристики усилителя на ±15 дБ на частотах 20 Гц и 10 кГц соответственно. Обычно этого вполне достаточно для того, чтобы скомпенсировать частотные искажения фонограммы и акустической системы. Регулятор тембра охвачен глубокой местной отрицательной обратной связью. В среднем положении регуляторов R23 (НЧ) и R19 (ВЧ) частотная характеристика регулятора линейна, а его коэффициент передачи равен единице. Выбор в пользу подобного регулятора был сделан из-за того, что, по сравнению с обычным RC-регулятором мостового типа, регулятор тембра с глубокой отрицательной обратной связью позволяет использовать переменные резисторы, имеющие линейную зависимость сопротивления от угла поворота движка.

Частотная характеристика регулятора тембра изображена на **рис. 3**. Она снималась при одновременном вращении обоих движков регулятора тембра из одного крайнего положения в другое с шагом 10 %.

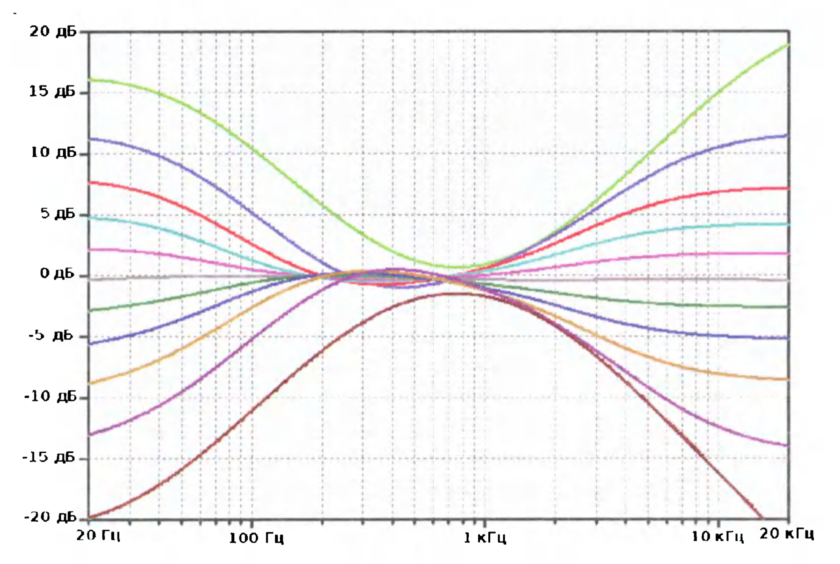


Рис. 3

Входной каскад усилителя выполнен на 1-й половинке VL1. Питание каскадов усиления, собранных на лампе VL1, осуществляется через фильтр питания R17C7. Благодаря падению напряжения на резисторе R17 напряжение питания этих каскадов снижается до +216 В. Регулировку усиления в канале производят с помощью переменного резистора R1 ("Уровень"), подключённого к входному коаксиальному разъёму XW1.

Детали. В усилителе используются постоянные резисторы для поверхностного монтажа мощностью 0,25 Вт (размер 1206) и 1 Вт (размер 2512). Все резисторы имеют допуск 1 %. Подстроечные резисторы R69—R72 — многооборотные вертикальные на 33...51 кОм PVG5A503C03R00 (Murata Electronics) или 3224W-2-503E (Bourns Inc.).

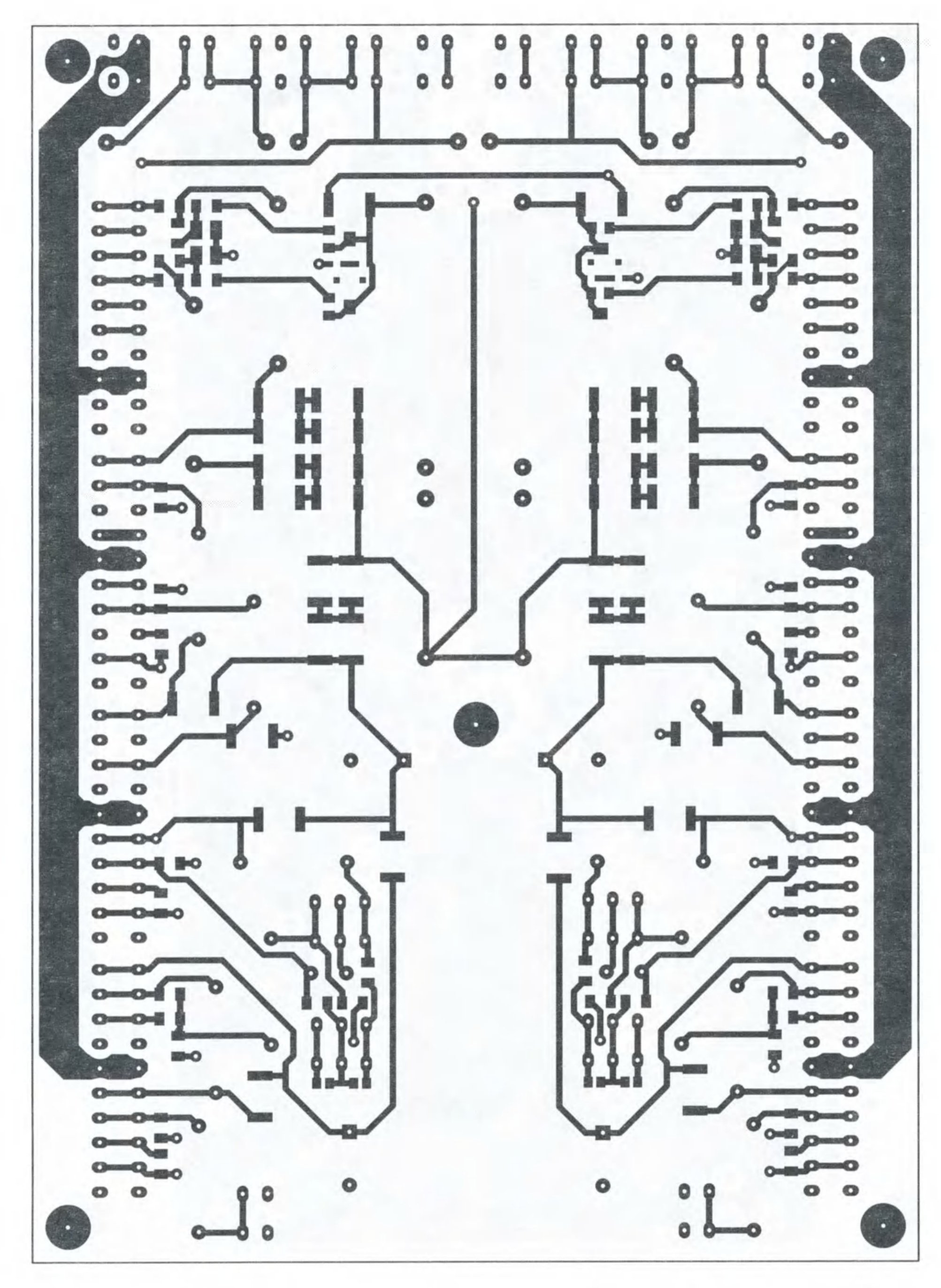


Рис. 4

Конденсаторы C9, C10, C13, C14 — из термостабильной керамики (C0G, NP0) на напряжение 50 В или более. Эти конденсаторы типоразмера 0805 и предназначены для поверхностного монтажа. Конденсаторы C11, C12 — керамические, выводные. Конденсаторы C1—C6, C17—C34 — плёночные, выводные. Номинальное напряжение конденсаторов C26, C29, C31—C34 — 250 В и более. Оксидные конденсаторы — на 450 В или более.

Стабилитроны VD1—VD4 с номинальным напряжением стабилизации 51 В типа MMSZ5262BT1G (ON Semiconductor), BZT52C51-7-F (Diodes Inc) или CMHZ5262BTR (Central Semiconductor Corp). Можно использовать другие подобные стабилитроны в корпусе SOD-123, имеющие напряжение стабилизации 47...56 В, а также рассчитанные на мощность 0,5...1 Вт.

Переменные резисторы R23 (R24) и R19 (R20) — сдвоенные (для одновременной регулировка тембра в обоих каналах стереусилителя), имеющие линейную зависимость сопротивления от угла поворота движка. Переменные резисторы R1 и R2 — одиночные (каждый для своего канала стереоусилителя), имеющие обратный логарифмический закон изменения сопротивления.

В качестве выходных трансформаторов в каждом канале усилителя можно использовать тороидальные сетевые трансформаторы 230/30 В мощностью 36...100 Вт. Напряжение вторичной обмотки указано для режима холостого хода трансформатора. Без перемотки такой трансформатор хорошо согласуется с нагрузкой 8 Ом.

Если вы располагаете акустической системой, имеющей другое сопротивление, например R_{ac} = 4 Ом, вторичную обмотку трансформатора придётся перемотать на другое напряжение — $U_2 = 30(R_{ac}/8)^{1/2} = 21{,}2$ В.

Но чтобы усилитель имел удовлетворительную частотную характеристику, индуктивность рассеяния, приведённая к первичной обмотке трансформатора,

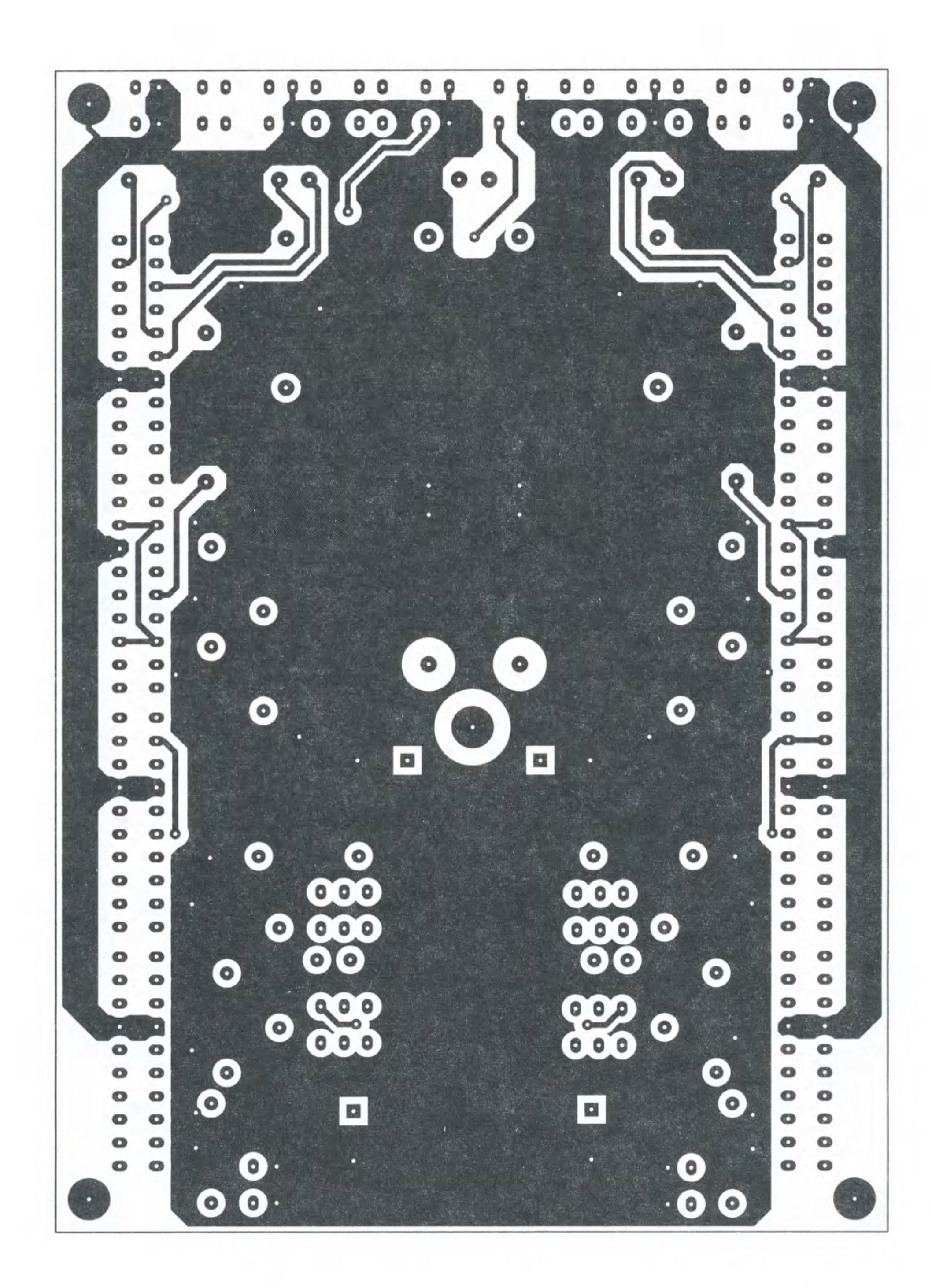


Рис. 5

не должна превышать 3 мГн. Реальные трансформаторы имеют большой разброс индуктивности рассеяния, поэтому для получения её минимального значения и уменьшения паразитной ёмкости обмотки имеющиеся трансформаторы всё же пришлось перемотать. Обмотки трансформаторов были аккуратно смотаны и затем намотаны за один проход. Это значит, что для исключения смешивания различных областей обмотки периметр магнитопровода методично заполнялся обмоткой от начала к концу. Сначала наматывают первичную обмотку, затем — поверх неё вторичную.

При перемотке можно сделать средний вывод от первичной обмотки выходного трансформатора. Наличие среднего вывода позволяет обойтись без резисторов R85, R86, R87, R88, служащих для создания искусственной средней точки первичной обмотки трансформатора. В этом случае средний вывод первичной обмотки трансформатора подключается к общему проводу усилителя. В оригинальной конструкции усилителя использовался именно такой вариант.

Конструкция. Усилитель выполнен с использованием печатного монтажа при максимально возможном использовании компонентов для поверхностного монтажа. Использование таких компонентов упрощает и ускоряет монтаж (не надо формовать и обрезать выводы компонентов), а также уменьшает размеры печатной платы. Плата выполнена из двухстороннего стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм и размерами 125×175 мм. Чертежи верхней и нижней сторон платы показаны на **рис. 4** и **рис. 5** соответственно. Плата изготавливалась промышленным способом, поэтому все отверстия имеют металлизацию. Если ваши технологические возможности этого не позволяют, необходимо выделить на плате места, где необходимы межслойные переходы

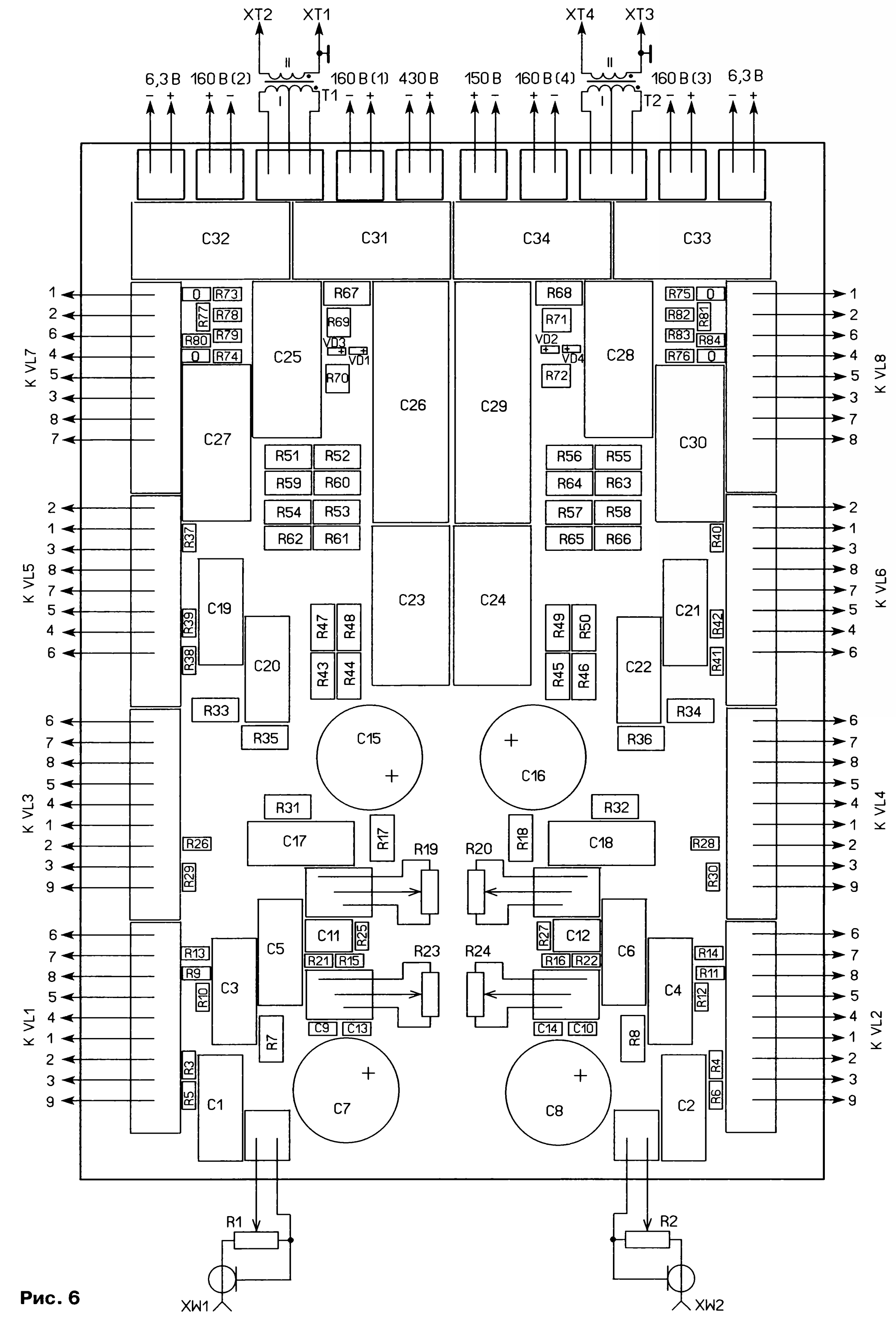


Рис. 6

(имеется контакт с дорожкой на нижней стороне платы), и продублировать их межслойными перемычками.

В оригинальных выходных трансформаторах были сделаны отводы от средней точки первичной обмотки.

Поэтому на плате не предусмотрены места для установки резисторов R85—R88.

Некоторую проблему создали ламповые панели, предназначенные для навесного монтажа. Однако они гораздо лучше и более предпочтительны, чем панели, рассчитанные на печатный монтаж. В отличие от последних, панели для навесного монтажа крепят на металлическое шасси, которое без особых проблем принимает на себя достаточно серьёзные нагрузки, связанные с установкой или снятием ламп. Кроме этого, такие панели хорошо отводят на металлическое шасси тепло, которое выделяется в лампах. Для подключения панелек к печатной плате решено было использовать десятиконтактные колодки с шагом между ножками 3,5 мм и подпружиненными контактами производства Weidmüller. При этом ламповые панельки соединяются с платой короткими проводами. При необходимости демонтажа платы эти провода отсоединяют, и плата снимается просто. Решившие повторить этот усилитель могут также использовать другие контактные колодки, обойтись без них либо применить другое техническое решение, которое в большей мере соответствует их технологическим возможностям.

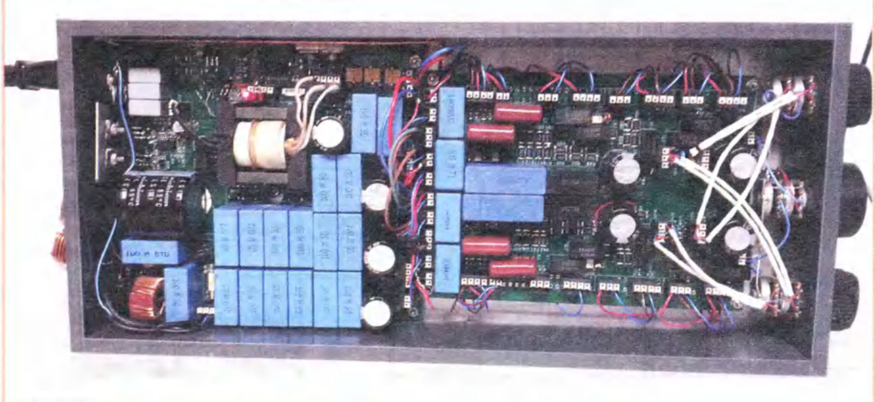


Рис. 7



Рис. 8

Чертёж размещения элементов на печатной плате показан на **рис. 6**. Плата усилителя вместе с платой блока питания установлена внутри "шасси" размерами 170×380×50 мм. Боковая часть "шасси" выполнена из декоративной фанеры толщиной 8 мм. Верхняя часть "шасси", на которой установлены лампы и трансформаторы, выполнена из листа алюминия толщиной 1,5 мм. Для улучшения условий охлаждения этот лист установлен на втулках высотой 8 мм. Вид на монтаж внутри корпуса показан на **рис. 7**. Внешний вид усилителя показан на **рис. 8**.

Налаживание. Правильно собранный усилитель не требует сложного налаживания. После первого включения, в отсутствие входного сигнала и ламп оконечного каскада (6Н13С), необходимо убедиться, что режимы усилителя соответствуют указанным на схеме. С помощью подстроечных резисторов R69, R70, R71 и R72 надо установить смещение — 75 В на сетках ламп оконечных каскадов. Затем установить лампы и сбалансировать их с помощью этих же подстроечных резисторов. Суть балансировки состоит в том, чтобы уравнять токи покоя обоих триодов ламп VL7 (VL8). Состояние баланса соответствует отсутствию постоянного тока, протекающего через первичную обмотку трансформатора T1 (T2) или нулевому значению падения напряжения на сопротивлении первичной обмотки трансформатора. Балансировку проводят путём увеличения напряжения отрицательного смещения триода, обладающего большим током покоя.

В авторской конструкции усилителя лампы (рис. 8) не закрыты защитными кожухами. Это улучшает их температурный режим, однако не гарантирует пользователю защиты от случайного касания к раскалённой до высокой температуры поверхности ламп. Это компоновочное решение часто используется в зарубежной ламповой бытовой аппаратуре небольшой мощности. Оно предполагает, что эксплуатация усилителя будет производиться квалифицированным пользователем, имеющим чёткое представления о тех опасностях, которые представляет ламповая аппаратура, не имеющая защитного корпуса. Этими опасностями являются высокое напряжение, высокая температура внешней поверхности электронных ламп, а также осколки битого стекла.

Если же пользователь не может гарантировать того, что к усилителю не получат доступ неподготовленные люди, особенно дети, то следует поместить этот усилитель в защитный металлический корпус, имеющий вентиляционные отверстия.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кайгородов Ю.** Ламповый УМЗЧ с импульсным БП. — Радио, 2010, № 7, с. 13, 14.

2. "Безжелезный усилитель". — Радио, 1957, № 4, с. 58.

3. **Смирнов В.** Высококачественный усилитель. — Радио, 1960, № 9, с. 45, 46.

4. **Крылов Г.** Широкополосный усилитель низкой частоты. — Радио, 1963, № 11, с. 37—39.

5. Патент USA US2705265 Cecil T. Hall. Parallel opposed power amplifiers. 1951 г.

6. Патент USA US2828369 Alpha M. Wiggins. High fidelity audio amplifier. 1954 г.

7. **Цыкин Г. С.** Усилители электрических сигналов. — М.: Энергия, 1969, с. 342.

***От редакции**. Чертежи печатной платы в формате bmp имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/amp.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Окончание следует)

Современный музыкальный центр

А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ, г. Москва

Эквалайзеры

Эквалайзер на микросхеме TEA6360

Микросхема TEA6360 — пятиканальный стереоэквалайзер с управлением по шине I²C. Применяется в автомобильных магнитолах, телевизорах, музыкальных центрах.

Особенности микросхемы — пять фильтров для каждого канала; средняя частота фильтра, полоса и максимальное усиление/ослабление задаются с помощью внешних элементов; выбор переменной или постоянной добротности по шине I²C; возможность программирования двух разных адресов микросхемы.

Управление микросхемой по шине I²C заключается в записи в её внутренние регистры определённых значений.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2019, № 8, 10

Формат управляющего слова имеет следующий вид:

S_SLAVE ADDRESS_A_SUBADDRESS_A_DATA_A_P, где S — стартовый импульс;

SLAVE ADDRESS — адрес (код) устройства;

A — разделитель полей управляющего слова — высокий уровень, выдаваемый устройством как ответ на правильно принятый байт данных;

SUBADDRESS — адрес регистра управления параметром;

DATA — данные установки значения параметра;

P — стоповый импульс, сигнализирующий об окончании передачи управляющего слова.

Управляющее слово передаётся контроллером каждый раз, когда необходимо изменить тот или иной параметр.

Сначала необходимо адресовать саму микросхему. Для этого по линии данных отправляется первый байт с адресом устройства (**табл. 1**). В зависимости от уровня сигнала на выводе 18 микросхемы адрес устройства может быть различным. Если вывод 18 соединён с общим проводом, адрес — 10000100, если соединён с линией питания или никуда не подключён, адрес — 10000110.

Следующий шаг — адресация внутреннего регистра микросхемы TEA6360 (**табл. 2**).

Третий байт — непосредственно значение, записываемое в адресованный на втором шаге регистр (**табл. 3**).

Значения xB2—xB0 — усиление фильтра x; xC2—xC0 — подавление фильтра x; DEF = 0 — управление всеми фильтрами, DEF = 1 — линейная частотная характеристика, усиление фильтров равно 0 дБ независимо от значений xB2—xB0.

Схема включения микросхемы приведена на **рис. 1**. Эквалайзер собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж печатной платы для микросхемы TEA6360 в корпусе SOT232-1 показан на **рис. 2**, а расположение элементов — на **рис. 3**. Применены элементы для поверхностного монтажа: полярные конденсаторы — танталовые типоразмера A или B, резисторы и керамические конденсаторы — типоразмера 1206 или 0805. Они установлены на одной стороне платы.

Эквалайзер может применяться как отдельно, так и в сочетании с темброблоком. Для подключения эквалайзера у темброблоков предусмотрены специальные выводы. Пример включения

Таблица 1

Старший разряд								
1	0	0	0	0	1	X	0	ACK
						0 или 1 (выв. 18)	1 (при записи)	

Рис. 1

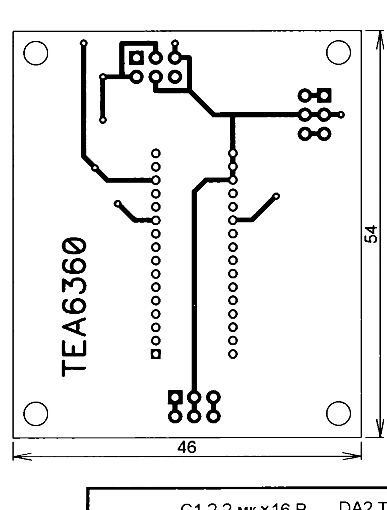
Таблица 2

Функция	128	64	32	16	8	4	2	1
	Старший разряд							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Фильтр 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Фильтр 2	0	0	0	0	0	0	0	1
Фильтр 3	0	0	0	0	0	0	1	0
Фильтр 4	0	0	0	0	0	0	1	1
Фильтр 5	0	0	0	0	0	1	0	0

Таблица 3

Функция	128	64	32	16	8	4	2	1
	Старший разряд							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Фильтр 1	DEF	1B2	1B1	1B0	0	1C2	1C1	1C0
Фильтр 2	0	2B2	2B1	2B0	0	2C2	2C1	2C0
Фильтр 3	0	3B2	3B1	3B0	0	3C2	3C1	3C0
Фильтр 4	0	4B2	4B1	4B0	0	4C2	4C1	4C0
Фильтр 5	0	5B2	5B1	5B0	0	5C2	5C1	5C0

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



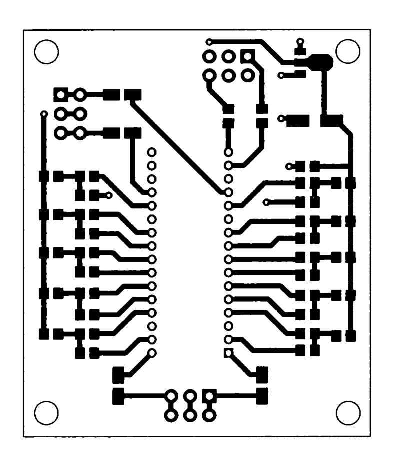


Рис. 2

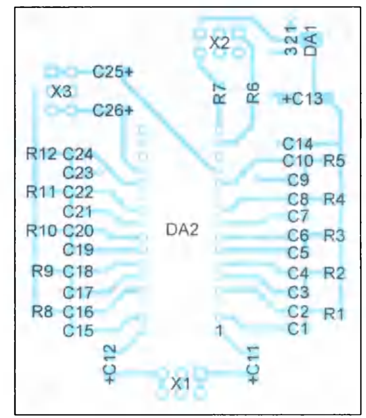


Рис. 3

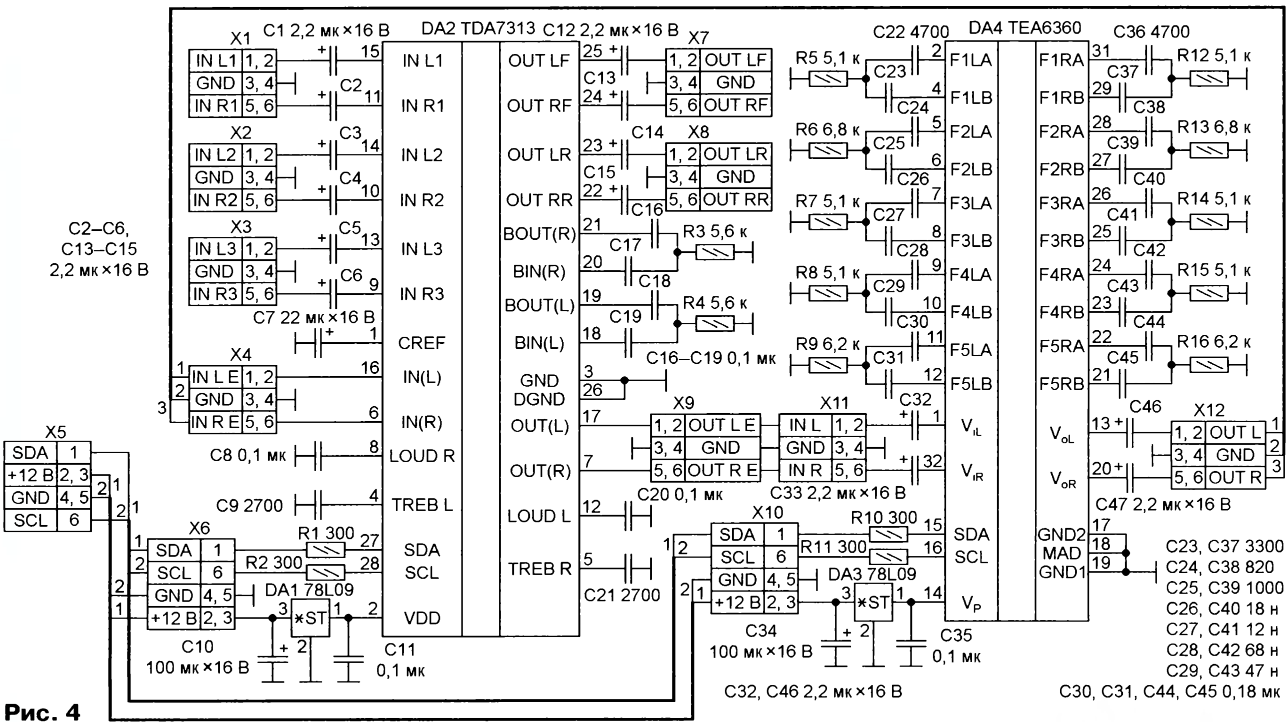


Рис. 4

эквалайзера на микросхеме TEA6360 вместе с темброблоком на микросхеме TDA7313 приведён на **рис. 4**.

Эквалайзер на микросхеме TDA7317

Микросхема TDA7317 — пятиканальный графический стереоэквалайзер с управлением по шине I^{2}C. Применяется в автомобильных магнитолах, телевизорах, музыкальных центрах.

Особенности микросхемы — очень малый уровень искажений и собственных шумов; управление усилением/ослаблением сигнала в пределах ±14 дБ с шагом 2 дБ. Как и в микросхеме TEA6360, полосу и максимальное усиление/ослабление задают с помощью внешних элементов; по шине I^{2}C можно выбирать переменную или постоянную добротность; есть возможность программирования двух разных адресов микросхемы.

Таблица 4

Функция	Старший разряд							
Громкость с шагом 0,375 дБ	0	X	B2	B1	B0	A2	A1	A0
0						0	0	0
–0,375						0	0	1
–0,75						0	1	0
–1,125						0	1	1
–1,5						1	0	0
–1,875						1	0	1
–2,25						1	1	0
–2,625						1	1	1
Громкость с шагом 3 дБ	0	X	B2	B1	B0	A2	A1	A0
0			0	0	0			
–3			0	0	1			
–6			0	1	0			
–9			0	1	1			
–12			1	0	0			
–15			1	0	1			

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 5

Функция	Старший разряд							
	1	D3	D2	D1	D0	C2	C1	C0
Фильтр 1		0	0	0				
Фильтр 2		0	0	1				
Фильтр 3		0	1	0				
Фильтр 4		0	1	1				
Фильтр 5		1	0	0				
Уменьшение		D3	D2	D1	1	C2	C1	C0
Увеличение		D3	D2	D1	0	C2	C1	C0
0 дБ						0	0	0
2 дБ						0	0	1
4 дБ						0	1	0
6 дБ						0	1	1
8 дБ						1	0	0
10 дБ						1	0	1
12 дБ						1	1	0
14 дБ						1	1	1

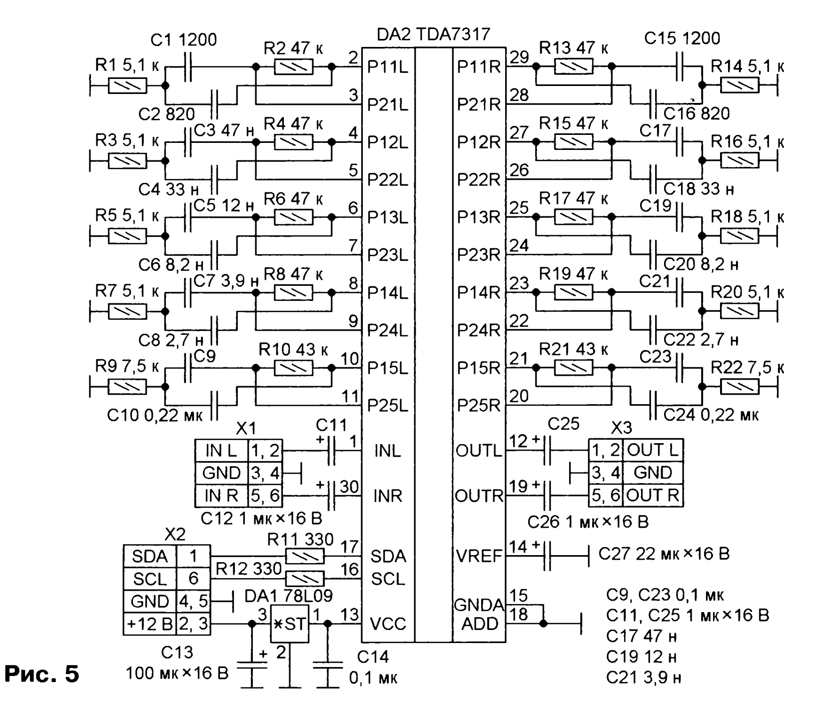


Рис. 5

Управление микросхемой по шине I²C заключается в записи в её внутренние регистры определённых значений.

Формат управляющего слова имеет такой же, как у микросхемы TEA6360, вид:

S_SLAVE ADDRESS_A_SUBADDRESS_A_DATA_A_P, где S — стартовый импульс;

SLAVE ADDRESS — адрес (код) устройства;

A — разделитель полей управляющего слова (высокий уровень, выдаваемый устройством как ответ на правильно принятый байт данных);

SUBADDRESS — адрес регистра управления параметром;

DATA — данные установки значения параметра;

P — стоповый импульс, сигнализирующий об окончании передачи управляющего слова.

Управляющее слово передаётся контроллером каждый раз, когда необходимо изменить тот или иной параметр.

Сначала необходимо адресовать саму микросхему. Для этого по линии данных отправляется первый байт с адресом устройства (см. табл. 1). В зависимости от уровня сигнала на выводе 18 микросхемы адрес устройства может быть различным. Если вывод 18 соединён с общим проводом, адрес — 10000100, если вывод 18 никуда не подключён, адрес — 10000110.

Следующий шаг — адресация внутреннего регистра микросхемы TDA7317. Вторым байтом задают значение громкости (**табл. 4**). Значения A2—A0 — изменение уровня громкости с шагом 0,375 дБ, B2—B0 — с шагом 2 дБ, X — любое значение.

Третий байт — параметры графического эквалайзера (**табл. 5**). Значения C2—C0 — изменение усиления с шагом 2 дБ.

После подачи питания уровень громкости — −17,25 дБ, коэффициент усиления графического эквалайзера — −12 дБ.

Схема включения эквалайзера приведена на **рис. 5**. Эквалайзер собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 6**, а расположение элементов — на **рис. 7**. Применены элементы для поверхностного монтажа: полярные конденсаторы — танталовые типоразмера A или B, резисторы и керамические конденсаторы — типоразмера 1206 или 0805. Они установлены на одной стороне платы.

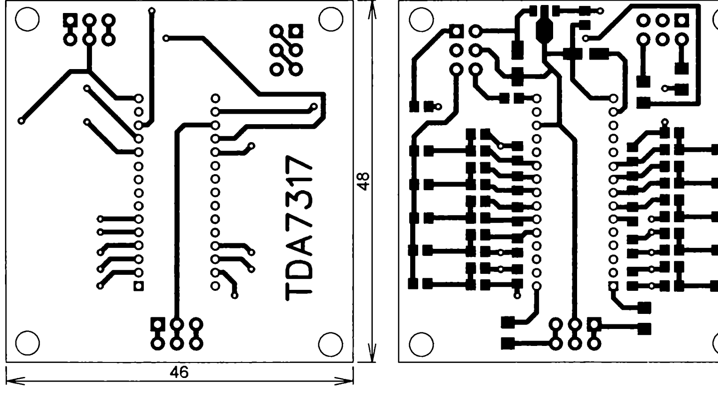


Рис. 6

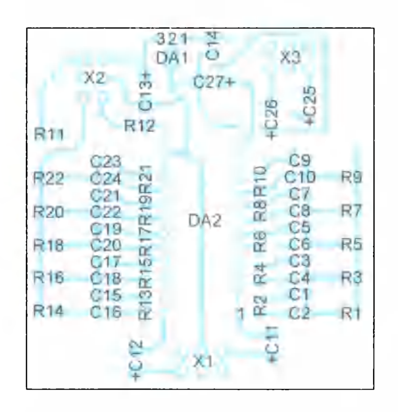


Рис. 7

Рис. 8

Эквалайзер может применяться как отдельно, так и в сочетании с темброблоком. Для подключения эквалайзера у темброблоков предусмотрены специальные выводы. Пример включения эквалайзера на микросхеме TDA7317 вместе с темброблоком на микросхеме TDA7313 приведён на **рис. 8**. На схеме не показаны элементы фильтров, которые подключают к выводам микросхемы TDA7317.

УМЗЧ

Двухканальный усилитель мощности на микросхеме TDA1557Q (TDA8560Q)

Микросхема TDA1557Q (или TDA8560Q) — интегральный двухканальный усилитель класса B в 13-выводном корпусе SOT141-6. Они нашли применение в автомобильных магнитолах, телевизорах, музыкальных центрах. Выходная мощность — 2×22 Вт для TDA1557Q при сопротивлении нагрузки 4 Ом и 2×40 Вт для TDA8560Q при сопротивлении нагрузки 2 Ом.

Особенности микросхемы — минимальное число внешних элементов; высокая выходная мощность; малое напряжение смещения на выходе; защита от перегрева; защита от статического электричества; защита от подачи напряжения питания в неправильной полярности; защита от замыкания на выходе; наличие узла отключения звука; предусмотрена возможность мостового включения.

Микросхема TDA1557Q (TDA8560Q) содержит два идентичных усилителя с дифференциальными входами. Коэффициент усиления TDA1557Q — 46 дБ, TDA8560Q — 40 дБ.

Рекомендуемая схема включения приведена на **рис. 9**. Усилитель собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой показан на **рис. 10**, а расположение элементов — на **рис. 11**. Применены выводные детали: конденсаторы C1, C2 — плёночные K73-17 или импортные аналоги, C3 — керамический KM-6a или импортный аналог, C4 — K50-35 или импортный аналог.

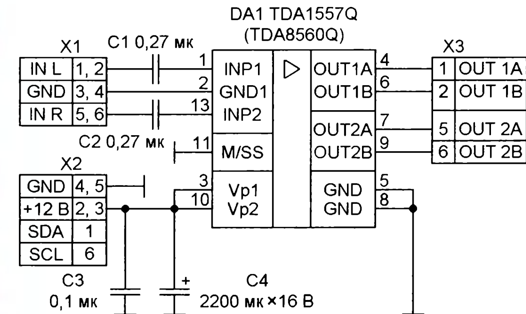


Рис. 9

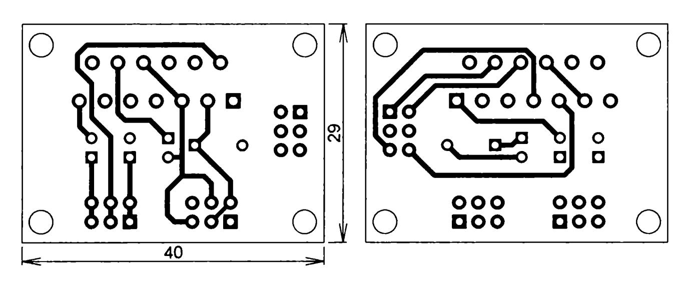


Рис. 10

Четырёхканальный усилитель мощности на микросхеме TDA8567Q (TDA8571J)

Микросхема TDA8567Q (TDA8571J) — интегральный четырёхканальный усилитель мощности класса B в 23-выводном корпусе SOT411-1. Этот усилитель применяют в автомобильных магнито-

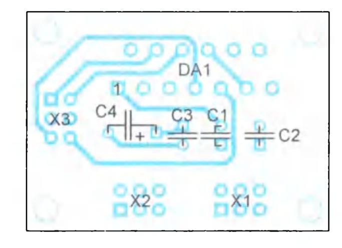


Рис. 11



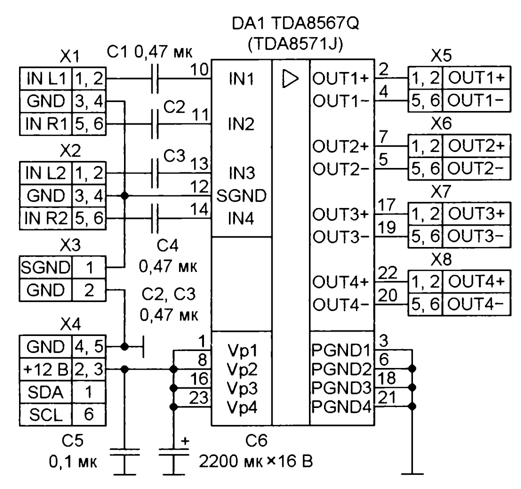


Рис. 12

лах, телевизорах, музыкальных центрах. Выходная мощность — 4×25 Вт для TDA8567Q и 4×40 Вт для TDA8571J при сопротивлении нагрузки 4 Ом.

Особенности микросхем — минимальное число внешних элементов; высокая выходная мощность; малое напряжение смещения на выходе; защита от перегрева; защита от статического электричества; защита от подачи напряжения питания в неправильной полярности; защита от замыкания на выходе; малое тепловое сопротивление; наличие узла отключения звука; предусмотрена возможность мостового включения.

Микросхема TDA8567Q (TDA8571J) содержат четыре идентичных усилителя с дифференциальными входами. Коэффициент усиления каждого усилителя TDA8567Q — 26 дБ, TDA8571J — 34 дБ.

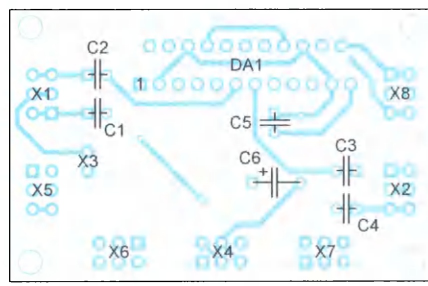
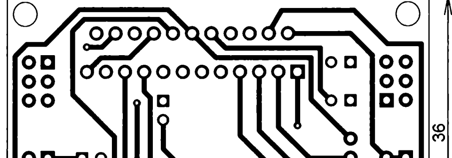


Рис. 14

Рекомендуемая схема включения приведена на **рис. 12**. Разъём X3 служит для соединения (или отключения) сигнального общего провода и общего провода усилителя. Чтобы соединить общие провода, контакты этого разъёма соединяют перемычкой. Усилитель собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой показан на **рис. 13**, а расположение элементов — на **рис. 14**. Применены выводные детали: конденсаторы C1—C4 — плёночные К73-17 или импортные аналоги, C5 — керамический КМ-6а или импортный аналог, C6 — К50-35 или импортный.



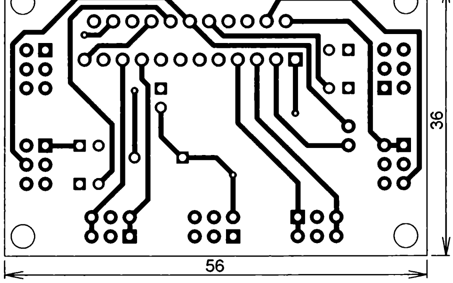


Рис. 13

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. Плата за радиоточки в домах и квартирах россиян устанавливается вопреки действующим законодательным нормам, пришла к выводу Счётная палата (СП) по итогам проверки ФГУП "Российские сети вещания и оповещения". По мнению контрольного ведомства, это приводит к массовому отказу людей от проводного радио, а в результате страдает система оповещения в случае чрезвычайных ситуаций (ЧС). Отчёт СП опубликован в очередном Бюллетене контрольного ведомства.

В России радиоточки установлены в квартирах и домах многих граждан. Вещают через проводное радио три канала: "Радио России", "Маяк" и региональные программы. Они входят в комплексную систему экстренного оповещения населения о возникновении ЧС. Доступ к этой системе в случае ЧС получат силовые ведомства.

Согласно выводам СП, отмечается устойчивая динамика отключения радиоточек, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге и Севастополе. С 2012 г. по 2018 г. число радиоточек уменьшилось на 26,8 %. Негативную роль играет нерегулируемая система установления тарифов, считают в контрольном ведомстве.

"При отсутствии государственного регулирования с 2013 г. по 2019 г. тариф для населения менялся по Москве девять раз, в Санкт-Петербурге — восемь раз, для организаций в Москве — восемь раз и в Санкт-Петербурге — три раза", — говорится в отчёте СП. Счёт на оплату проводного радио включается в единый платёжный документ по ЖКХ. Но собственники жилья могут от радиоточки отказаться, направив письменное заявление.

Как указывают в СП, "Радио России" и "Маяк" — общедоступные радиоканалы, потому взимать за прослушивание плату нельзя по закону. Также законом "О гражданской обороне" не предусмотрена плата за оповещение в случае ЧС.

Контрольное ведомство предлагает региональным властям, в чьём ведении находится этот вопрос, определить источники средств на содержание проводного радио. Также стоит ввести госрегулирование тарифов на проводное радиовещание, отмечают в СП (источник — URL: **https://rg.ru/2019/08/29/reg-cfo/schetnaia-palata-obespokoena-rostom-platy-za-provodnoe-radio.html** (23.09.19)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 12 сентября филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" запустил в г. Рубцовске эфирное вещание радиостанции "Маяк" на частоте 102,7 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://altai.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-zapustil-veshchanie-radio-mayak-v-rubtsovske/** (23.09.19)).

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ. К сети городов вещания радиостанции "Love Radio" присоединился г. Котлас, частота вещания — 107 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6536.htm** (23.09.19)).

БАШКОРТОСТАН. 2 сентября началось вещание радиостанции "Новое радио" в городах Стерлитамак и Салават на частоте 102,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_639283** (23.09.19)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. С 28 августа в г. Гороховце начались трансляции радиостанции "Радио родных дорог" на частоте 107,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_11803** (23.09.19)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. 1 сентября радиостанция "Авторадио" зазвучала в г. Усть-Илимске. Он стал 20-м российским городом, присоединившимся в 2019 г. к сети вещания. Частота веща-

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

ния станции — 102,2 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/17466** (23.09.19)).

КАБАРДИНО-БАЛКАРИЯ. С 13 сентября вещание радиопрограммы "Радио России + ГТРК Кабардино-Балкария" в населённых пунктах Анзорей Лескенского района и Булунгу Чегемского района осуществляется в УКВ-диапазоне CCIR на частотах 102,6 МГц и 104 МГц соответственно (источник — URL: **https://vk.com/wall-62613163_9019** (23.09.19)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Калининградский ОРТПЦ" начал в начале сентября трансляцию радиостанции "Радио Книга" на частоте 98,9 МГц. Вещатель — ООО "Дом музыки".

В эфире станции звучат небольшие рассказы и фрагменты из книг, а также короткие познавательные программы о книгах, об авторах, героях и персонажах, о местах действия сюжетов и т. д. Дополняет эфирную сетку инструментальная музыка.

Охват вещания радиостанции распространяется на всю западную часть Калининградской области и составляет более 50 % населения региона (источник — URL: **https://kaliningrad.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-radio-kniga-v-kaliningradskoy-oblasti/** (23.09.19)).

КАРЕЛИЯ. 2 сентября началось вещание радиостанции "Новое радио" в г. Пудоже на частоте 103,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_639283** (23.09.19)).

17 сентября радиостанция "Радио родных дорог" появилась в г. Петрозаводске на частоте 99,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radio.tv_10?w=wall-111522116_1266** (23.09.19)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. К сети вещания радиостанции "Такси FM" в начале сентября присоединился г. Анапа, частота вещания — 94,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6528.htm** (23.09.19)).

КОМИ. Эфирная трансляция радиоканала "Радио России" в г. Ухте на частоте 66,44 МГц прекращена с 01.00 по московскому времени 16 сентября 2019 г.

С 05.00 по московскому времени 16 сентября "Радио России" вещает на частоте 87,9 МГц, мощность передатчика — 1 кВт. Трансляция программ производится в режиме "Моно" ежедневно в течение 20 ч в сутки с 05.00 до 01.00 по московскому времени (источник — URL: **https://komi.rtrs.ru/tv/analog/radio-rossii-nachnet-veshchanie-v-ukhte-v-fm-diapazone-na-chastote-87-9-mgts/** (23.09.19)).

"Радио Рекорд" расширяет границы. С 17 сентября "Первая танцевальная" (слоган станции) открыла вещание в г. Емва на частоте 103,3 МГц (источник — URL: **https://www.radiorecord.ru/news/10999290-rekord_otkryl_veshchanie_v_emve/** (23.09.19)).

МАРИЙ ЭЛ. 20 сентября на частоте 107,2 МГц в эфире г. Йошкар-Ола появилась новая радиостанция "МЭТР FM" (тестовый запуск вещания) (источник — URL: **https://vk.com/svetlanatalova?w=wall412648272_328** (23.09.19)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. С 15 сентября в г. Орле и области начинается вещание радиостанции "Relax FM" на частоте 96,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/club87728310?w=wall-87728310_1090** (23.09.19)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. 2 сентября началось вещание радиостанции "Новое радио" в г. Арсеньеве на частоте 102,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_639283** (23.09.19)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. К сетке вещания радиостанции "Радио родных дорог" 29 августа присоединились г. Пятигорск и г. Ессентуки, частота вещания — 90,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_11813** (23.09.19)).

С 1 сентября в г. Новопавловске работает "Радио День" на частоте 95,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radioday26?w=wall-185055492_8** (23.09.19)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. К сети вещания "Радио Дача" в начале сентября присоединился г. Конаково. Частота вещания — 93,7 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6538.htm** (23.09.19)).

ЧУВАШИЯ. Национальная телерадиокомпания Чувашии расширяет зону охвата "Тăван радио". С 27 сентября заработает передатчик в с. Трехбалтаево Шемуршинского района. Запуск данного оборудования позволит жителям Шемуршинского и Батыревского районов слушать программы "Тăван радио" на частоте 90,4 МГц.

В эфире радиостанции будет выделено время для местных включений. Два раза в неделю по вторникам и пятницам шемуршинцы и батыревцы смогут узнать последние местные новости на чувашском и русском языках. Радиослушателям расскажут об экономическом развитии муниципалитетов, реализации национальных проектов и других социально значимых событиях. Время выхода новостей в 10.00 с повторами в 17.00 и 19.00 (источник — URL: **http://info.cap.ru/news/2019/09/18/tvan-radio-rasshiryaet-zonu-veschaniya** (23.09.19)).

ЧУКОТКА. В регионе в тестовом режиме запущено вещание цифрового радиосигнала. Для определения возможностей покрытия КВ-вещанием территории Чукотского АО начата трансляция музыкальной петли для настройки оборудования и определения качества приёма сигнала.

Тестовое вещание осуществляется на частоте в 12025 кГц в аналоговом (AM) и цифровом (DRM) форматах. Помимо доведения до слушателей радиопрограммы, проектом закладываются основы для создания технологической платформы по глобальной односторонней передаче данных, аналогичной одностороннему Интернету.

Использование DRM-платформы позволяет обеспечить жителей качественным звуком и даёт возможность синхронной передачи программ на национальном языке. Кроме того, формат открывает возможность адресного оповещения, а также использование платформы в целях оперативных, дежурных и диспетчерских служб, а также проектов по информатизации арктических территорий и акватории Севморпути.

К 2020 г. планируется обеспечить коротковолновым радиовещанием 95,5 % территории Чукотки (источник — URL: **http://чукотка.рф/press-tsentr/novosti/?ELEMENT_ID=4084** (23.09.19)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

МАДАГАСКАР. Радиостанция "Madagascar World Voice" (MWV, принадлежит к организации "World Christian Broadcasting") в зимнем сезоне запланировала трансляции программ религиозного содержания на русском языке с использованием передатчиков мощностью 100 кВт по следующему расписанию: с 18.00 до 19.00 — на частоте 9885 кГц; с 19.00 до 20.00 — на частоте 9845 кГц (источник — URL: **https://www.knls.net/home/расписание/** (23.09.19)).

США. Находящаяся на Аляске радиостанция KNLS ("The New Life Station", принадлежит к организации "World Christian Broadcasting") в зимнем сезоне будет вести религиозные передачи на русском языке по следующему предварительному расписанию: в 09.00 — на частоте 6120 кГц; в 11.00 — на частоте 6045 кГц; в 15.00 — на частоте 11755 кГц.

Все программы продолжительностью один час. Передатчик мощностью 100 кВт расположен в местечке Анкор-Пойнт, вещание охватывает дальневосточный регион России, азимут — 300° (источник — URL: **https://www.knls.net/home/расписание/** (23.09.19)).

ЧЕХИЯ. Иновещание "Чешского Радио" отмечает своё 83-летие. Первая передача для зарубежных слушателей вышла в эфир 31 августа 1936 г. ровно в 10 ч утра. Далеко не всегда зарубежное вещание называлось "Радио Прага". До Второй мировой войны перед трансляцией дикторы сообщали, что начинается программа "чехословацкой станции Прага на коротких волнах", а после окончания войны на разных языках вещания использовались самые разнообразные обозначения: "Станция Прага", "Говорит Прага — Чехословакия", "Говорит Прага", "Чехословацкое Радио — вещание для стран Африки" и др.

В названии станции в настоящее время решили подчеркнуть ориентацию программ на зарубежную аудиторию. Именно поэтому отныне она называется "Radio Prague International". Программы и далее будут выходить на шести языках: английском, русском, немецком, французском, испанском, а также на чешском языке для проживающих за рубежом соотечественников (источник — URL: **https://www.radio.cz/ru/rubrika/radiogazeta/-radio-praga-menyaet-svoe-nazvanie-na-radio-prague-international** (23.09.19)).

ШВЕЙЦАРИЯ. В Швейцарии официально заявили о том, что аналоговое УКВ-вещание в данной стране будет прекращено в 2024 г. Соответствующее заявление сделал заместитель директора Швейцарского федерального управления связи (OFCOM) Бернард Майсен.

В пресс-релизе OFCOM говорится, что решение Майсена основано на действующих соглашениях и правовых нормах, регулирующих деятельность индустрии радиовещания.

Согласно данным исследования, проведённого по заказу OFCOM, в настоящее время лишь 17 % радиослушателей Швейцарии получают радиопрограммы из эфира аналоговых УКВ-станций. Радиокомпании Швейцарии уже планируют свернуть вещание в УКВ-диапазоне (и, в частности, аналоговое вещание) к 2024 г.

Цифровое радио вытеснило аналоговое УКВ-вещание в жизни швейцарцев дома и на работе, однако эта тенденция пока не распространяется на транспортные средства (источник — URL: **http://mediasat.info/2019/09/09/switzerlands-fm-end-of-2024/** (23.09.19)).

Хорошего приёма и 73!

МОДУЛЬНАЯ РЕКЛАМА

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ЗВУКА!
ПЕРЕДАТЧИКИ, ПРИЁМНИКИ, PLL-СИНТЕЗАТОРЫ
www.new-technik.ru

* * *

SDR приёмник RTL-SDR.COM V3: 500 кГц — 1766 МГц, обзор — до 3,2 МГц, TCXO 1 ppm, алюминиевый корпус — 1850 рублей.
www.radiospy.ru

Вышла в свет новая книга



Хромой Б. П. Единицы измерения физических величин. — М.: Горячая линия — Телеком, 2019. — 150 с.: ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1292) ISBN 978-5-9912-0792-8.

С научной, технической и исторической точек зрения рассмотрены основные существующие системы единиц измерения физических величин. С учётом того, что названия большинства из них выбраны в соответствии с фамилиями известных учёных, внёсших существенный вклад в развитие мирового прогресса, большое внимание уделено историческим аспектам формирования систем единиц измерения на международном уровне.

Отдельная глава посвящена относительным единицам измерения — децибелам, поскольку логарифмический метод оценки измеряемых величин широко применяется на практике, особенно в технике связи.

Для широкого круга читателей.

WWW.TECHBOOK.RU
Справки по тел.: (495) 737-39-27

Формирователь прямоугольных импульсов — приставка к генератору

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Что делать, если у радиолюбителя есть генератор синусоидального сигнала, а требуется генератор прямоугольных импульсов? Предлагаемые вниманию читателей приставки помогут решить эту задачу.

В лаборатории радиолюбителя зачастую имеется генератор ЗЧ или ВЧ с выходным сигналом синусоидальной формы. Однако для проверки и налаживания устройств, собранных на цифровых микросхемах, требуется генератор прямоугольных импульсов. Предлагаемые приставки могут разрешить эту проблему. Приставку подключают к выходу генератора синусоидального напряжения, а на её выходе формируется импульсный однополярный сигнал той же частоты.

Для изготовления такого формирователя можно применить компаратор или ОУ, включённый по схеме компаратора. В зависимости от применённого компаратора или ОУ можно получить разные параметры. Один из них — большой интервал питающего напряжения. Он необходим для того, чтобы можно было применить формирователь для налаживания или проверки устройств с различным напряжением питания и, соответственно, с различной амплитудой входных сигналов.

Для первого варианта формирователя был выбран распространённый и доступный компаратор серии 339. Одна микросхема LM339AN содержит четыре компаратора, каждый из которых может работать при напряжении питания от 2 до 36 В. Время нарастания выходного сигнала — около 0,3 мкс, поэтому формирователь будет устойчиво работать до частоты нескольких сотен килогерц.

Схема формирователя на этой микросхеме показана на **рис. 1**. Выходной сигнал генератора поступает на гнездо XW1. Диоды VD1, VD2 совместно с резистором R1 защищают компаратор DA1.1 от повышенного входного напряжения. Эта защита может быть нелишней, поскольку у некоторых генераторов ЗЧ выходное напряжение может превышать 10 В. Если использовать формирователь с одним и тем же генератором, максимальное выходное напряжение которого не превышает 1...2 В, защитные диоды можно исключить.

Резистивный делитель R2—R4 задаёт порог переключения этого компаратора, а также его чувствительность. С повышением напряжения питания чувствительность несколько ухудшается. Так при входном напряжении 2,5 В чувствительность — около 50 мВ, а при напряжении питания 15 В чувствительность — 70 мВ. Выходной сигнал компаратора DA1.1 поступает на выходной каскад, который для повышения нагрузочной способности формирователя собран на трёх компараторах DA1.2—DA1.4, включённых параллельно и работающих на один нагрузочный резистор R6. Это можно сделать благодаря тому, что выходной каскад каждого компаратора в этой микросхеме собран по схеме с открытым коллектором. Диод VD3 защищает элементы приставки от неправильной полярности питающего напряжения. Конденсаторы C1 и C2 — блокировочные, C3 — разделительный.

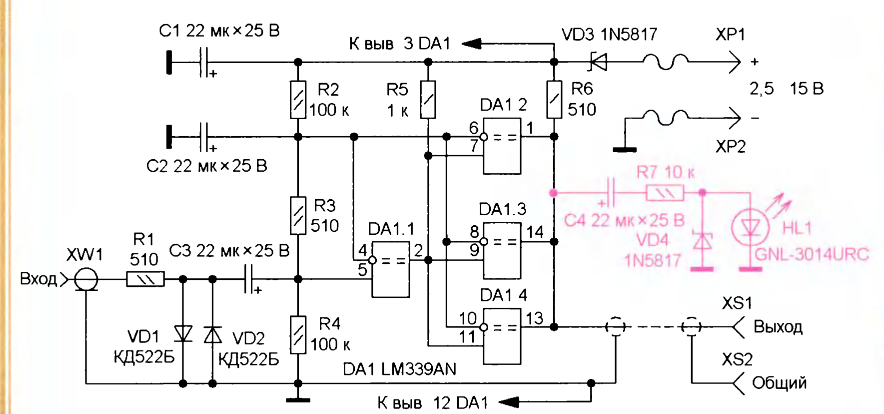
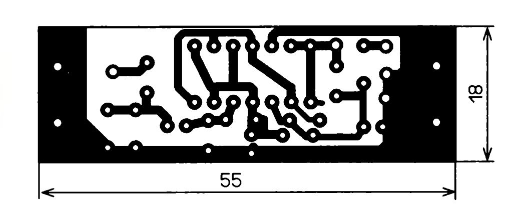


Рис. 1

Нижняя граничная частота полосы пропускания — около 10 Гц и зависит в основном от ёмкости конденсатора C3. Верхняя граничная частота зависит от длины выходного соединительного кабеля, она приблизительно равна 0,7...1 МГц. При напряжении питания 2,6 В потребляемый формирователем ток — 4 мА, при напряжении 5 В — 6,5 мА, при напряжении 10 В — 12 мА, при напряжении 15 В — 18 мА.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



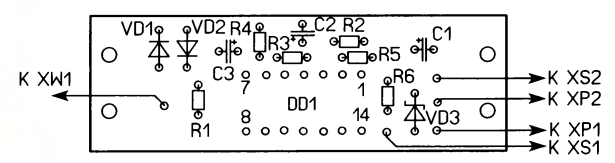


Рис. 2



Рис. 3

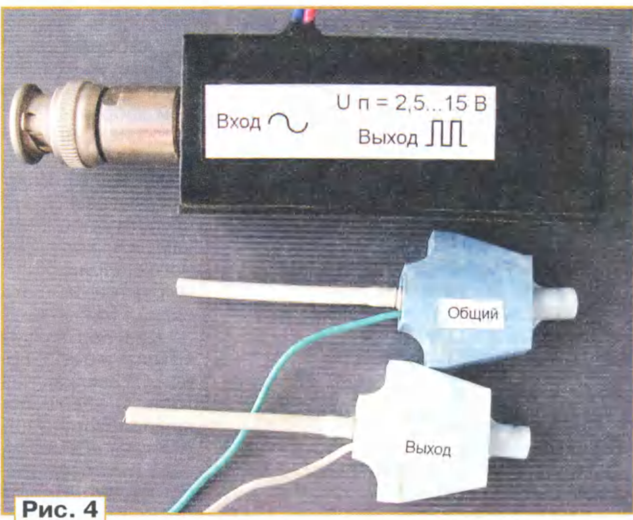


Рис. 4

Питать формирователь следует от того же источника напряжения, что и налаживаемое устройство, в этом случае логические уровни выходного сигнала формирователя автоматически будут соответствовать логическим уровням налаживаемого устройства. Формирователь сохраняет работоспособность при снижении напряжения питания до 2,5 В. Максимальное напряжение питания можно увеличить до 25...30 В, но в этом нет необходимости, поскольку цифровые устройства питаются, как правило, меньшим напряжением.

Если нет необходимости в умощнении выхода формирователя, сигнал на его выход можно подать с выхода (вывода 2) компаратора DA1.1, при этом резистор R6 удаляют, а выводы 6, 8 и 10 микросхемы DA1 соединяют с общим проводом. Формирователь можно снабдить световым индикатором наличия выходного сигнала. Элементы индикатора выделены на рис. 1 цветом. При наличии выходного сигнала светодиод HL1 будет светить. Элементы индикатора можно смонтировать навесным монтажом на выводах светодиода.

Большинство элементов формирователя смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. В устройстве применены резисторы МЛТ, С2-23, Р1-4, конденсаторы К50-35 или импортные, диоды КД522Б можно заменить диодами серий КД503, КД521, 1N4148. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Плата размещена в металлическом корпусе размерами 70×29×22 мм от делителя напряжения для осциллографа. Внешний вид собранного устройства показан на **рис. 4**. Крепление платы в корпусе — с помощью винтов. На корпусе установлен коаксиальный разъём XW1, с помощью которого формирователь удобно соединять с генератором. Для подключения к налаживаемому устройству удобно использовать экранированный кабель с зажимами, показанными на рис. 4. Для подачи питания можно применить любой двухпроводный кабель или два отдельных изолированных провода. Какого-либо налаживания устройство не требует.

Схема формирователя на основе ОУ показана на **рис. 5**. Во многом она схожа со схемой первого формирователя. Здесь также установлен резистивный делитель для задания порогов переключения компаратора. Для полу-

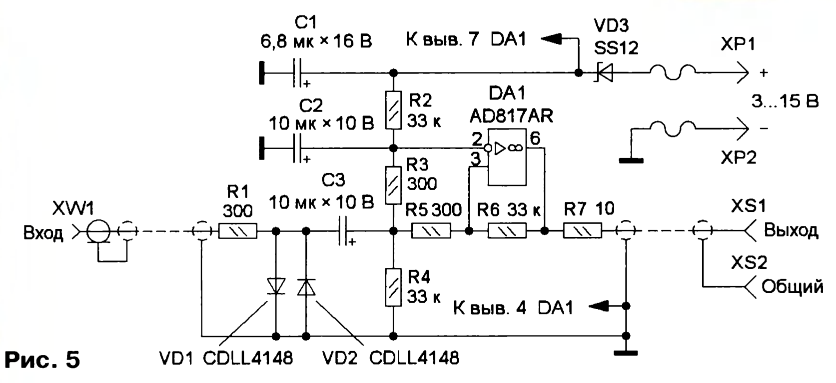


Рис. 5

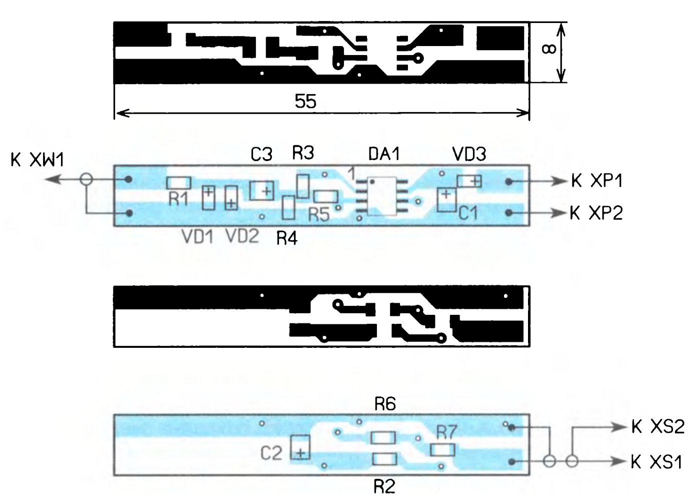


Рис. 6

чения прямоугольной передаточной характеристики через резистор R6 введена положительная обратная связь. Устройство работоспособно в интервале напряжений от 3 до 15 В, при этом потребляемый ток увеличивается от 0,5 до 7,5 мА. Чувствительность изменяется от 80 до 250 мВ. Уровни выходного прямоугольного сигнала при высокоомной нагрузке (входы логических микросхем структуры КМОП) близки к общему проводу и напряжению питания. Нижняя граничная частота — несколько герц, верхняя граничная частота — несколько сотен килогерц.

Рис. 7

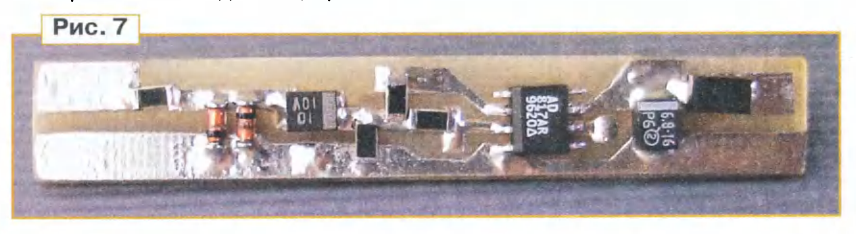




Рис. 8

Для уменьшения размеров устройства применены элементы для поверхностного монтажа. Резисторы — типоразмера 1206 или 0805, конденсаторы — танталовые типоразмера A или B. Практически все детали размещены на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 6**. Входной и выходной кабели — коаксиальные, они снабжены требуемыми разъёмами. Налаживания устройство не требует.

Внешний вид собранной платы показан на **рис. 7**. Входной разъём смонтирован на ВЧ-кабеле, другой конец которого припаян к контактным площадкам на плате. Плата помещена в пластмассовую трубку диаметром 12 мм и длиной 70...80 мм. Для этого использован корпус подходящего диаметра от авторучки. После размещения платы трубку с двух сторон заливают термоклеем (**рис. 8**). Это обеспечивает герметичность и прочность конструкции.

От редакции. *Чертежи печатных плат в формате Sprint LayOut имеются по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/form.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Миллиомметр + измеритель сопротивления каналов МОП-транзисторов — приставка к мультиметру

С. ГЛИБИН, г. Москва

Автор предлагает вниманию читателей ещё одну конструкцию в виде дополнительной приставки, расширяющую возможности малогабаритных мультиметров. Приставка позволяет измерять не только малое активное сопротивление резисторов от 1 мОм до 2 Ом, но и сопротивление открытого n- или p-канала полевых МОП-транзисторов.

Схема приставки приведена на **рис. 1**. По схемному решению это миллиомметр, опубликованный в [1], дополненный маломощным двухполярным источником питания (ИП). Нумерация для вновь введённых элементов на схеме и печатной плате продолжена. Выходные напряжения ИП получены от преобразователя на коммутируемых конденсаторах, собранного на микросхеме DA1 серии 7660 по схеме, приведённой в [2]. Питание приставка получает от встроенного в АЦП мультиметра стабилизатора с выходным напряжением 3 В, используя штатное гнездо "NPNc" розетки для оценки коэффициента передачи по току маломощных транзисторов. Описания работы миллиомметра и преобразователя подробно изложены в статьях [1] и [2] соответственно, в [1] приведено налаживание миллиомметра.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В 3
Ток потребления, мА, не более 3
Дискретность измерения, Ом ...0,001
Предел измерения, Ом 2
Максимальное напряжение на затворе испытуемого транзистора, В ....±5,7

Рассмотрим особенности работы приставки при измерении сопротивления открытого канала испытуемого полевого МОП-транзистора. Выходы каналов +5,7 В и –5,7 В преобразователя нагружены подстроечными резисторами R9 и R10. С движков подстроечных резисторов разнополярные напряжения поступают на переключатель SA1. Установкой переключателя в положение "n" или "p" выбирают полярность напряжения, подаваемого на затвор испытуемого транзистора в зависимости от типа его канала (n- или p-канал), сопротивление которого в открытом состоянии необходимо измерить. Напряжение на затворе испытуемого n-канального транзистора задают установкой движка резистора R9, а p-канального — установкой движка резистора R10. В авторском варианте эти напряжения заданы равными 5 В, как наиболее часто приводимые в технической документации на полевые транзисторы.

Испытуемый транзистор подключают к гнёздам "З", "С", "И" розетки XS1, а низкоомный резистор, сопротивление которого необходимо измерить, — к гнёздам розетки с дополнительным обозначением "Rx". Дополнительное обозначение "Rx" гнёзд "И" и "С" позволяет безошибочно подключать низкоомные резисторы для измерений, а дополнительное гнездо для вывода истока "И" на приставке удобно при подключении транзисторов с различным расположением вывода затвора на корпусе. Резистор R11 ограничивает ток, потребляемый приставкой от АЦП мультиметра, в результате случайного замыкания выводов затвора и истока или пробоя транзистора. Кроме того,

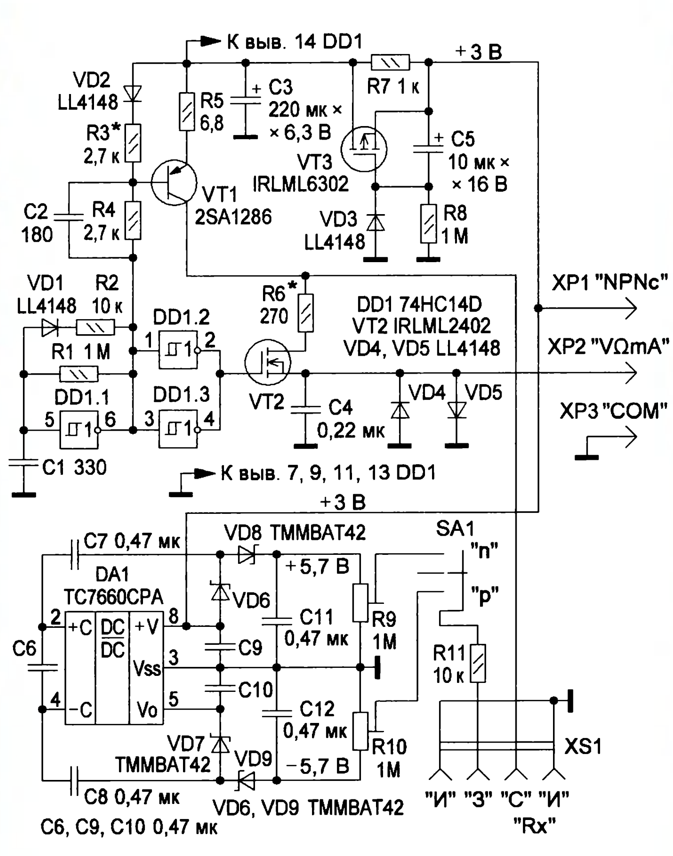
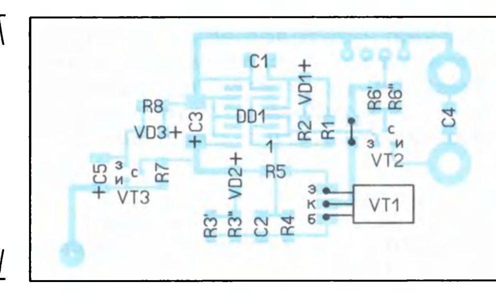


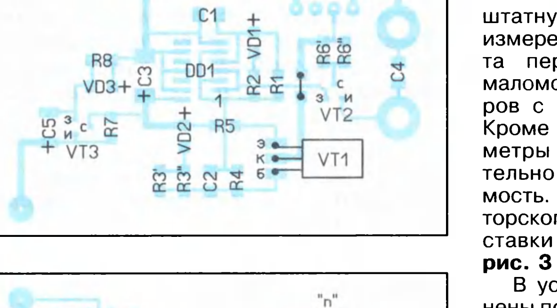
Рис. 1

при случайном замыкании выводов затвора и стока или пробоя максимальное напряжение на входе "VΩmA" мультиметра ограничено диодами VD4, VD5 до безопасного для АЦП уровня.



Рис. 3





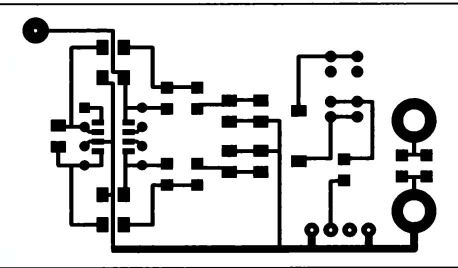
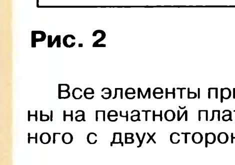


Рис. 2



Все элементы приставки расположены на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж печатной платы и расположение элементов с каждой стороны показаны на **рис. 2**. Плата разработана для мультиметров серий M-83x и DT-83x, имеющих, как уже указано в начале статьи, штатную розетку для измерения коэффициента передачи по току маломощных транзисторов с гнездом "NPNc". Кроме того, эти мультиметры имеют сравнительно низкую стоимость. Фотографии авторского варианта приставки приведены на **рис. 3** и **рис. 4**.

В устройстве применены поверхностно монтируемые элементы: керамические конденсаторы и резисторы — типоразмера 1206, диоды VD1—VD5 — в корпусе SOD-80 (MiniMELF) или SOD-123, диоды Шоттки VD6—VD9 — в корпусе MiniMELF, танталовые или полимерные конденсаторы C3, C5 — типоразмеров C и B соответственно. Варианты замены транзисторов VT1—VT3 были приведены в [1]. Микросхемы DD1 и DA1 — в корпусных исполнениях

SOIC-14 и SOIC-8 соответственно. На плате предусмотрена установка микросхемы DA1 в корпусе DIP-8. Движковый микропереключатель SA1 — MSS-23D19 (IS-1336, MS-23D18) на три фиксированных положения. Подстроечные резисторы — например, серии PVG3 фирмы Murata или подобные. Их номинальное сопротивление может быть в пределах 0,5...1 МОм. При установке резисторов с меньшим сопротивлением (до 50...100 кОм) следует увеличить ёмкость конденсаторов C6—C12 до 4,7 мкФ. Входные гнёзда розетки XS1 и штырь XP1 — любые от подходящих разъёмов. Штыри XP2 и XP3 — от измерительных щупов мультиметров. Гнёзда и штыри пропаивают с обеих сторон платы.

Налаживание приставки начинают с миллиомметра согласно методике, приведённой в [1]. Далее с помощью высокоомного вольтметра на гнезде "3" розетки XS1, манипулируя положениями переключателя SA1, движками подстроечных резисторов устанавливают значения напряжений, подаваемых на затворы для n- и p-канальных испытуемых транзисторов. Напряжения измеряют относительно общего провода — гнезда "COM". Следует отметить, что для уменьшения погрешности установки этих напряжений входное сопротивление вольтметра должно быть не менее 20 МОм.

При работе с приставкой переключатель рода работ мультиметра устанавливают в положение "200mV". Перед измерением сопротивления открытого канала полевого транзистора переключателем SA1 устанавливают тип канала. Далее подключают к гнёздам розетки XS1 испытуемый транзистор в соответствии с расположением его выводов. Результат измерения в милливольтах на индикаторе мультиметра будет численно равен сопротивлению в миллиомах (мОм), если запятую на индикаторе не учитывать (или, иначе говоря, показания необходимо умножить на десять).

После измерения сопротивления открытого канала транзистор полезно проверить на наличие утечки цепи затвора. Переключатель SA1 переводят в среднее положение. Измеренное значение сопротивления канала должно медленно возрастать или даже некоторое время оставаться постоянным. Но это характерно только для МОП-транзисторов, не имеющих встроенного защитного стабилитрона в цепи затвора. При наличии стабилитрона из-за протекания через него небольшого тока заряд на затворе стекает достаточно быстро и канал транзистора закрывается. Следует обратить внимание, что на стекание заряда влияют чистота поверхности печатной платы и влажность окружающего воздуха. Для уменьшения быстрого стекания заряда необходимо промыть спиртом (или растворителем) и просушить феном резистор R11, идущие от него печатные проводники, контактные площадки переключателя SA1 и розетки XS1, а после просушки покрыть их двумя слоями электроизоляционного лака, например PLASTIK-71.

С целью удобства измерений сопротивления резисторов целесообразно, как и в [1], изготовить измерительные щупы из двух коротких отрезков многожильного провода в изоляции. К одному концу каждого провода припаять зажим "крокодил", а к другим — штыри, плотно вставляемые в гнёзда "Rx".

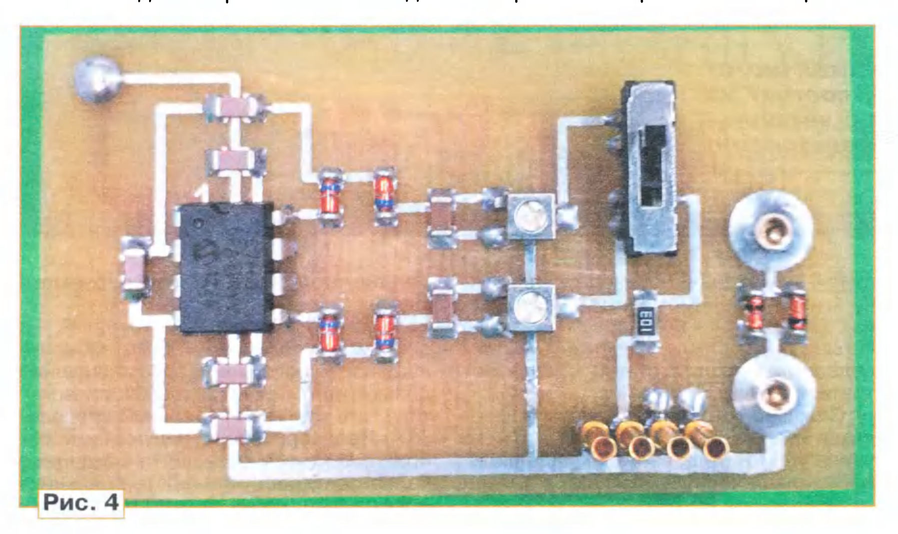


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. **Глибин С.** Миллиомметр — приставка к мультиметру. — Радио, 2015, № 8, с. 23, 24.

2. **Глибин С.** Получение удвоенных двухполярных напряжений в преобразователе на микросхемах серии ICL7660. — Радио, 2015, № 3, с. 35.

***От редакции**. Чертежи печатных плат в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/mohm.zip** на нашем FTP-сервере.*

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

ГЕТТЕ А. Замена блока управления в проигрывателе грампластинок "Эстония ЭП-010С". — Радио, 2019, № 6, с. 18—22.

В участок программы микроконтроллера блока управления, ответственный за опрос фотодатчика тонарма, добавлено подавление дребезга, что упростило настройку автопоиска звуковой дорожки. Теперь автомат не принимает одну дорожку за две во всей зоне поиска. Остаётся только с помощью подстроечных резисторов задать эту зону. Принцип этой настройки остался прежним.

Фрагмент старой программы приведён в **табл. 1**. После доработки он выглядит, как показано в **табл. 2**.

Таблица 1

```
 if (DB2==0 && DA1==1 && DB5==1)
// СЧЕТ ДОРОЖЕК УМЕНЬШЕНИЕ
// ВЕРХНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ DB5=1
            {
  if (FLAG_2==0)
   {
// СЧЁТ ДОРОЖЕК УМЕНЬШЕНИЕ
   BUF--;
   FLAG_2=1;
   delayt(35);
                }
                 }
  else
   {
    FLAG_2=0;
                }
```

Таблица 2

```
 //********************************
 //    АНТИДРЕБЕЗГ, ОПРОС
 //   ФОТОДАТЧИКА ТОНАРМА
 //********************************
  if (DB2==0 && DA1==1 && DB5==1)
 // СЧЁТ ДОРОЖЕК УМЕНЬШЕНИЕ
 // ВЕРХНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ DB5=1
          {
    if (DREBEZ==2)
     {
 // СЧЁТ ДОРОЖЕК УМЕНЬШЕНИЕ
     BUF--;
      DREBEZ=100;
                }
                 }
    else
     {
      DREBEZ--;
     if (DREBEZ==1) {DREBEZ=2;}
               }
 //********************************
 //********************************
```

***От редакции**. По адресу **https://ftp.radio.ru/pub/2019/06/ESTONIJA.zip** находившиеся там старые версии исходного текста программы и её загрузочного (HEX) файла заменены новыми (дата создания файлов — 6 октября 2019 г.).*

Ещё один регистр для электроакустического органа

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Предлагаемый регистр, в отличие от описанных ранее в [1] и [2], состоит из звукоизлучающих элементов с четвертьволновыми акустическими резонаторами, замкнутыми с обеих сторон.

Регистр формирует семь основных нот первой октавы и по конструкции во многом идентичен описанному в статье [2]. Абсолютно одинаковы станины этих регистров, линейки усилителей мощности, размеры и способы крепления переходных пластин и динамических головок к звукоизлучающим элементам. Изменения коснулись микрофонного усилителя и резонатора.

Рис. 1

Чертёж изменённого звукоизлучающего элемента приведён на **рис. 1** и **рис. 2**. Труба четвертьволнового резонатора 2 изготовлена из отрезка картонной катушки для тканей или обоев, содержит фронтальное звуковое отверстие 8 и вклеена в переходную пластину 1, изготовленную из МДФ. Её расчётная длина L для нот первой октавы в четыре раза больше значений λ/4, приведённых в табл. 2 статьи [2] для нот третьей октавы.

С тыльной стороны резонатора находится микрофонное отверстие 7. В него через уплотнитель из полихлорвиниловой изоляционной ленты будет вставлен

Рис. 2

Рис. 3

электретный микрофон. Для надёжной фиксации в отверстии 7 на микрофон наматывают несколько витков ПВХ изоляционной ленты. Дополнительно его фиксируют вместе с идущими к нему проводами бандажом 3 из такой же ленты. Сверху на резонатор надевают отражающий звук стакан, служащий регулятором частоты генерируемого звука.

Цилиндр 4 стакана изготовлен из листа меди толщиной 0,5 мм. Обернув лист вокруг картонной трубы, внешний диаметр которой такой же, как у резонатора, его стягивают стальной проволокой. Предварительно залуженные соприкасающиеся края листа соединяют пайкой внахлёст. Мощность паяльника должна быть не менее 100 Вт. Остатки припоя с внешней и внутренней сторон цилиндра удаляют соответственно плоским и полукруглым напильниками.

Диск 6 выпилен из МДФ и туго вставлен в медный цилиндр 4 с клеем "Момент". Он служит дном стакана и придаёт ему жёсткость. Диск дополнительно зафиксирован четырьмя штифтами 5, сделанными из гвоздей диаметром 1 мм и туго вставленными в отверстия, предварительно просверленными в диске 6 сквозь цилиндр 4. Гвозди обрезают кусачками до необходимой длины.

Принципиальная схема нового микрофонного усилителя представлена на **рис. 3**. Для предотвращения возбуждения звукоизлучающего элемента на резонансных частотах высшего порядка между микрофоном и базой транзистора VT1 установлен ФНЧ R2C1. Частоту среза фильтра $F_{ср}$ определяют по формуле

$$F_{ср} = \frac{160}{(R1 + R2) \cdot C1},$$

где частота — в килогерцах, сопротивление — в омах, а ёмкость — в микрофарадах.

К коллектору и эмиттеру транзистора VT1 для обеспечения необходимого для возбуждения звукоизлучающего элемента на заданной частоте баланса фаз подключена фазосдвигающая цепь R5C2. Создаваемый ею на частоте F сдвиг фазы α можно определить по формуле

$$\alpha = -arctg\left(\frac{160}{F \cdot R5 \cdot C2}\right),$$

где R5 — введённое сопротивление подстроечного резистора. На транзисторе VT2 собран истоковый повторитель. Коэффициент передачи микрофонного усилителя в целом регулируют подстроечным резистором R6.

Четвертьволновые резонаторы описываемых звукоизлучающих элементов имеют только по одному открытому отверстию (для выхода звука). Поэтому их добротность выше, чем у открытых полуволновых резонаторов. Выше и добротность резонансов высших порядков. Для надёжного подавления возбуждения на частотах этих резонансов в микрофонном усилителе имеется ещё один ФНЧ R7C3, элементы которого выбирают исходя из соотношений:

R7=R1+R2;

C3=C1.

Резистор R8 необходим для уменьшения коэффициента передачи сигнала в петле положительной обратной связи, что обеспечивает плавное нарастание генерируемого сигнала. Его сопротивление может находиться в интервале 5...30 кОм.

Таблица 1

Нота	F, кГц	C1, мкФ	$F_{ср}$, кГц
До	0,262	0,047	0,261
Ре	0,294	0,033+0,01	0,286
Ми	0,330	0,033+0,0068	0,307
Фа	0,350	0,033+0,0022	0,351
Соль	0,392	0,033	0,372
Ля	0,44	0,022+0,0068	0,455
Си	0,494	0,022+0,0022	0,512

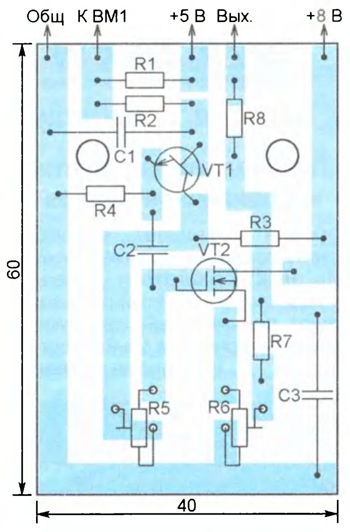




Рис. 4

Таблица 2

Нота	F, кГц	C2, мкФ	φ, град.		Δφ, град.
			R5=1000 Ом	R5=10000 Ом	
До	0,262	0,22	70	15	55
Ре	0,294	0,22	67	13	54
Ми	0,330	0,22	65	12	53
Фа	0,350	0,15+0,022	69	15	54
Соль	0,392	0,15	69	15	54
Ля	0,44	0,15	67	13	54
Си	0,494	0,1+0,022	69	15	54

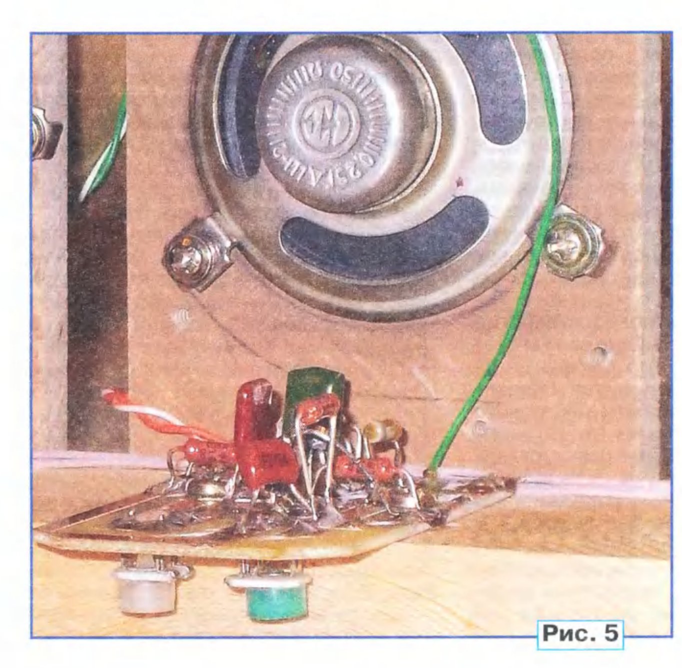
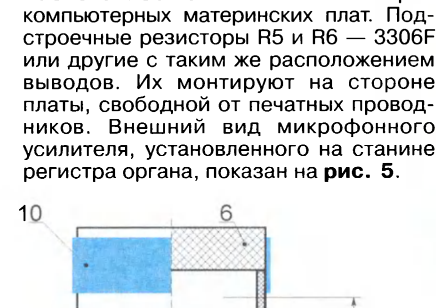


Рис. 5

В **табл. 1** указаны значения ёмкости конденсаторов C1 для каждой ноты. В большинстве случаев этот конденсатор собирают из двух разной ёмкости, соединяя их параллельно. **Табл. 2** содержит значения ёмкости конденсаторов C2 и фазовых сдвигов φ, вносимых фазовращателями на частотах разных нот при близком к минимальному введённом сопротивлении подстроечного резистора R5 (1000 Ом) и при полностью введённом сопротивлении резистора R5 (10000 Ом). Указана также ширина интервала регулировки фазового сдвига Δφ. Конденсатор C3 в некоторых случаях тоже приходится составлять из двух, соединённых параллельно.

Все микрофонные усилители собраны на одинаковых печатных платах, изготовленных по чертежу, показанному на **рис. 4**. Её большие размеры позволяют применять элементы разных геометрических размеров, корректируя при необходимости форму и расположение печатных проводников. Транзисторы 2SC1815 и SSM60T03H сняты со старых компьютерных материнских плат. Подстроечные резисторы R5 и R6 — 3306F или другие с таким же расположением выводов. Их монтируют на стороне платы, свободной от печатных проводников. Внешний вид микрофонного усилителя, установленного на станине регистра органа, показан на **рис. 5**.



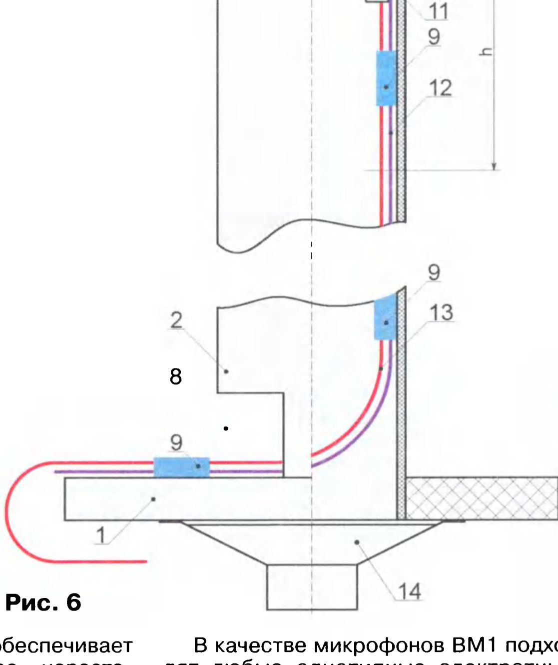


Рис. 6

В качестве микрофонов BM1 подходят любые однотипные электретные микрофоны от телефонных аппаратов. Динамические головки я применил диаметром до 70 мм, мощностью от 0,25 Вт до 0,5 Вт и с сопротивлением звуковой катушки 4...32 Ом. Наилучшие результаты получаются с головками, имеющими минимальный относительно диаметра диффузора диаметр звуковой катушки и наибольшие отверстия в диффузородержателе. Спад АЧХ у них наблюдается на более низких частотах.

На микрофонные усилители при работе органа всегда подано напряжение питания. Обе его цепи (+5 В и +8 В) имеют общие для всех усилителей интегральные стабилизаторы напряжения соответственно 7805 и 7808, выходы ко-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

торых заблокированы оксидными конденсаторами ёмкостью по 470 мкФ на 16 В. Каждый звукоизлучающий элемент включают, подавая напряжение питания на соответствующий усилитель мощности. Это позволяет избежать щелчков при нажатиях на клавиши.

Эскиз установки для экспериментального определения местоположения отверстия 7 для микрофона в трубе резонатора 2 изображён на **рис. 6**. Позиционные номера деталей на нём совпадают с указанными на рис. 1 или продолжают их нумерацию. Верхнее отверстие трубы резонатора должно быть плотно закрыто диском 6, временно закреплённым изоляционной лентой 10.

Полностью собранный микрофонный усилитель соедините с описанным в [2] усилителем мощности и динамической головкой 14 звукоизлучающего элемента. Движок подстроечного резистора R5 установите в среднее положение. К гибкой пластмассовой планке 12 шириной 7 мм стяжками 9 из изоляционной ленты прикрепите свитые провода 13, идущие от платы микрофонного усилителя к электретному микрофону 11. Изготовленный зонд вставьте в звуковое отверстие 8 резонатора.

Изменяя глубину погружения зонда в резонатор, определите границы его участка h, в котором при перемещении микрофона 11 обеспечивается устойчивое возбуждение звуковых колебаний. На этом участке и должно быть сделано отверстие 7 для установки микрофона. При выборе места для этого отверстия нужно учитывать, что резонатор, возможно, будет немного укорочен при настройке и на него будет надет стакан-заглушка. У меня размер H (см. рис. 1) выбран равным 3/4 высоты резонатора L.

Настройку звукоизлучающего элемента начните с проверки качества его сборки и работоспособности всего усилительного тракта. Затем приложите микрофон BM1 к одному из капсюлей миниатюрных головных телефонов, соединённых с источником высококачественного музыкального сигнала. Воспроизводимый динамической головкой звукоизлучающего элемента звук не должен быть искажён, а стакан-заглушка не должен дребезжать при любом его положении на резонаторе. Проверенный элемент соберите окончательно.

Подстроечным резистором R5 установите сдвиг фазы, обеспечивающий устойчивое возбуждение резонатора при возможно меньшем петлевом усилении, установленном подстроечным резистором R6. Если звукоизлучающий элемент на нужной частоте вовсе не возбуждается, поменяйте полярность подключения динамической головки. Установите частоту генерации постепенным укорочением резонатора ступенями по 5 мм (грубо) и перемещением заглушки (точно).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долганов С.** Домашний электроакустический орган. — Радио, 2018, № 10, с. 42—44.

2. **Долганов С.** Третья октава для домашнего органа. — Радио, 2017, № 7, с. 45—47.

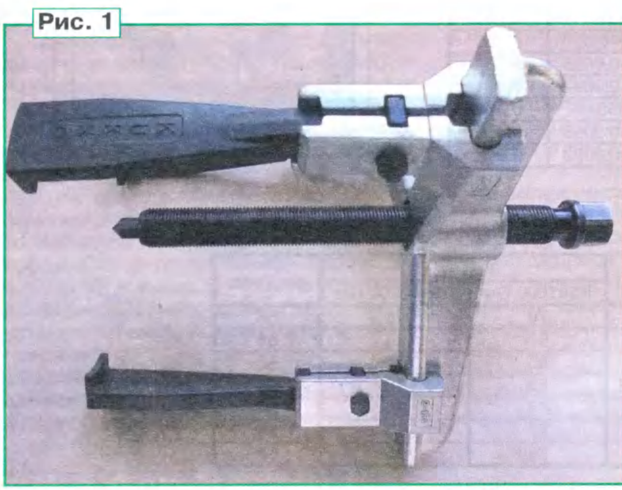
ОБМЕН ОПЫТОМ — 2

В. БАТАЛОВ, г. Мытищи Московской обл.

Переходник для снятия подшипников с валов

Нередко возникает потребность снять подшипник, шкив или фланец с вала электродвигателя, генератора, редуктора и т. д. Для этой операции используют специальный инструмент — съёмник. Наконечник съёмника устанавливают в центровое отверстие,

Рис. 1



лапки сводят вокруг подшипника, шкива или фланца и, вращая винт, снимают нужную деталь с вала. Съёмники не являются прецизионным инструментом, поэтому часто происходит деформация центрового отверстия вследствие его несоосности с наконечником. В большинстве случаев центровое отверстие не используется по прямому назначению, но при проточке, например, коллекторов или контактных колец электродвигателей и генераторов деформированное центровое отверстие приводит к тому, что биение вала может превышать норму. В этих случаях центровое отверстие приходится поправлять с помощью резца или центрового сверла, предварительно отцентрировав вал. Чаще всего центровое отверстие имеет угол 60°, а наконечники съёмников могут быть с углами конуса 60°, 90°, а также иметь форму шара.

Предлагаю в подобных случаях, когда есть необходимость снять какую-то деталь с вала и существует вероятность повреждения центрового отверстия, воспользоваться стальной переходной подкладкой или удлинителем с углом центрового отверстия, равным углу наконечника съёмника. Например, у съёмника KUKKO (Германия) угол конуса наконечника равен 90° (**рис. 1**), следовательно, центровой угол подкладки для этого съёмника должен быть равен $90^{\circ}{}^{+2^{\circ}}_{-0}$. Противоположная центровому отверстию часть подкладки, которая ложится на торцевую часть вала, должна быть гладкой, шлифованной. При съёме подшипника или шкива центровое отверстие подкладки не обязательно окажется точно по центру вала. Кроме того, как показывает практика, подкладка перемещается по торцу вала, разгружая резьбу съёмника. Поэтому противоположная центровому отверстию сторона подкладки должна быть дополнительно притуплена и иметь фаску.

Если диаметр вала мал (менее 6 мм) и диаметр центрового отверстия соизмерим с диаметром вала, то желательно под стальную подкладку поместить гладкую с обеих сторон пластину из алюминия, алюминиевого сплава или меди, чтобы не деформировать центровое отверстие вала.

Коническая часть центрового отверстия подкладки заканчивается цилиндрическим отверстием, которое предохраняет наконечник съёмника от возможной деформации (**рис. 2**).

Для съёмников с углом конуса наконечника 60° центровое отверстие в подкладке выполняют стандартным центровочным сверлом (конец центровоч-

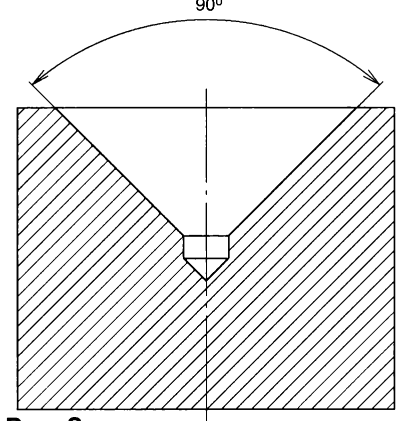


Рис. 2

ного сверла заканчивается цилиндрическим сверлом). Для съёмников с наконечником в виде шарика центровое отверстие делают с углом 90° или специальной сферической формы.

Как видно из фотографий (***рис. 3— рис. 5, см. 2-ю с. обложки***), сначала устанавливают и закрепляют лапы съёмника, его наконечник с небольшим натягом вставляют в центровое отверстие вала. После фиксации лап отворачивают винт съёмника, вставляют подкладку и, если необходимо, гладкую

с обеих сторон пластину из мягкого металла, затем снимают необходимую деталь с вала. Подкладки и пластину желательно смазать консистентной смазкой, например "Литол 24".

Такие подкладки показали свою эффективность при работе с трёхлапными съёмниками KUKKO и с отечественными съёмниками с самоцентрирующимися лапами. С двух- и трёхлапными съёмниками с нефиксирующимися лапами испытания не проводились.

При использовании подобных подкладок, помимо сохранения центровых отверстий, значительно разгружаются винт и гайка съёмника, что существенно продлевает срок его службы. Во время съёма детали центр подкладки может немного не совпадать с центром вала, несмотря на предварительную установку лап, и подкладка может немного перемещаться по торцу вала (ёрзать). Это происходит из-за неточности изготовления съёмника.

Приспособление для заточки отвёрток с простым плоским жалом ("минусовых")

При заточке отвёрток я пользуюсь простым приспособлением ***(рис. 6, см. 2-ю с. обложки)***. Чтобы им воспользоваться, заточный станок должен быть оборудован подручником — подставкой, на которую опирается затачиваемая деталь.

Чертёж приспособления показан на ***рис. 7***. Оно состоит всего из четырёх деталей: пальца 1, корпуса 2, шайбы 3 и гайки 4. Эти же детали показаны на фотографии (**рис. 8**).

Отвёртку закрепляют в приспособлении так, чтобы она с усилием могла вращаться в нём ***(рис. 9, см. 2-ю с. обложки)***. Приблизительно выравнивают плоскость шлифования отвёртки с плоскостью заточного камня. Затем включают станок, делают небольшую пробную шлифовку, небольшим поворотом отвёртки в приспособлении добиваются, чтобы плоскость шлифовки совпала с плоскостью жала отвёртки, и производят заточку инструмента (***рис. 10, см. 2-ю с. обложки***). После непродолжительной заточки в течение 1...10 с конец жала охлаждают в воде. Такое относительно малое время выбирают, чтобы не перегреть жало отвёртки. Периодически переворачивая отвёртку вместе с приспособлением, шлифуют противоположные плоскости жала, не забывая охлаждать его. Заточка получается ровной без нескольких плоскостей и завалов.

Корпус можно изготовить из толстостенной трубы, при этом отпадает необходимость во фрезерных работах. Наружный диаметр шайбы 3 должен быть меньше наружного диаметра трубы (корпуса), а гайка также не должна выходить за пределы наружного диаметра шайбы.

На заточенные отвёртки я надеваю отрезки поливинилхлоридной трубки, сложенные вдвое и закреплённые липкой лентой (**рис. 11**), которые предохраняют жала от повреждений, а работающих этими отвёртками — от случайных травм.

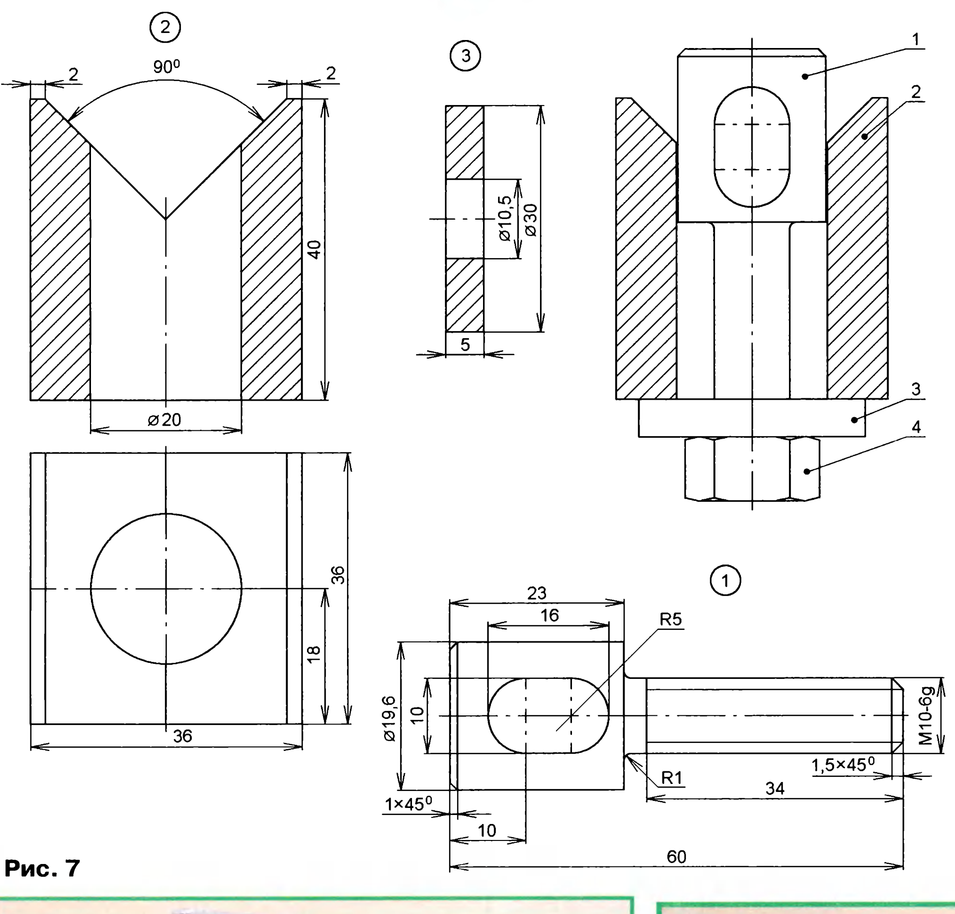


Рис. 7



Рис. 8



Рис. 11

РАДИО® РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Недостатки пружинных шайб (шайб Гровера) и способ их устранения

Во многих радио- и электротехнических изделиях применяют пружинные шайбы (шайбы Гровера). Согласно п. 2.5 ГОСТ 6402-70, у таких шайб "кромка, образованная плоскостью среза и опорной поверхностью шайбы, должна быть острой". При завинчивании винта, болта или гайки проблем не возникает, но при отвинчивании острая кромка пружинной шайбы "задирает" винт, болт, гайку, плоскую шайбу или корпус детали. Иногда во время отвинчивания происходит разгибание пружинной шайбы.

В стрелочных приборах, где используются латунные или бронзовые гайки и плоские шайбы, кромки пружинной шайбы диаметром 4 мм я притупляю алмазным надфилем или наждачным камнем. Чтобы не было "задиров", необходимо притуплять крайнюю верхнюю и крайнюю нижнюю кромки пружинной шайбы. На **рис. 12** для наглядности показаны более крупные пружинные шайбы. На одной из шайб нижняя и верхняя нерабочие кромки притуплены, чтобы меньше оставалось следов от прижима на крепеже. Внутренние кромки пружинной шайбы также притуплены, чтобы не было случайного повреждения резьбы, внешние притуплены — для красоты.

Возможно, радиолюбители при разборке радиоаппаратуры обращали внимание, что некоторые пружинные шайбы со временем лопаются, хотя на них нет следов коррозии. Причина хрупкости шайб также описана в ГОСТ 6402-70, п. 2.9: "Шайбы с металлическим покрытием, нанесённым способом катодного восстановления, должны подвергаться обезводороживанию". К сожалению, как показывает практика, многие заводы, выпускающие пружинные шайбы, видимо, пропускали этот пункт. Рекомендую в ответственных конструкциях применять шайбы из нержавеющей стали 30X13 или без гальванического покрытия (фосфатированные, чёрного цвета), а также шайбы с гальваническим сертифицированным покрытием.

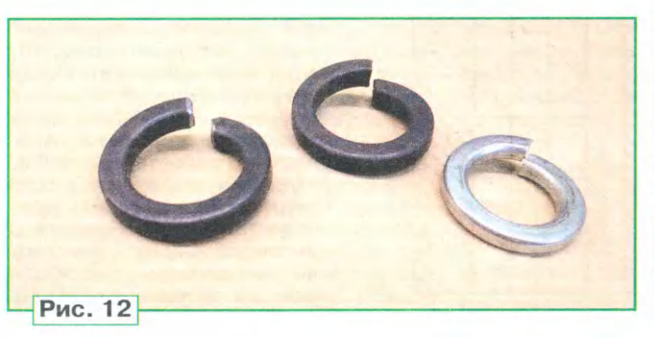


Рис. 12

Подвешивание кабеля к стальному проводу или тросу

Радиолюбителям и электрикам нередко приходится протягивать кабели от одного строения к другому. Чаще всего между строениями натягивают стальной провод или трос, и к нему полосками жести прикрепляют кабель. Этот метод хорош, но, на мой взгляд, слишком трудоёмок.

Предлагаю более простой и, как я считаю, более надёжный способ крепления кабеля к стальному проводу или тросу. В качестве крепёжного я использую провод в хлорвиниловой изоляции ПВ-1 сечением 1,5...2,5 мм^2 (**рис. 13**). Поскольку на закрепление кабеля идут небольшие куски провода, можно воспользоваться отрезками, оставшимися, например, после монтажа электропроводки. Кроме того, одни из самых популярных проводов для скрытой и открытой проводок — кабели ВВГнг 2×1,5 мм^2, 3×1,5 мм^2, 2×2,5 мм^2, 3×2,5 мм^2, внутри которых находятся провода ПВ-1.

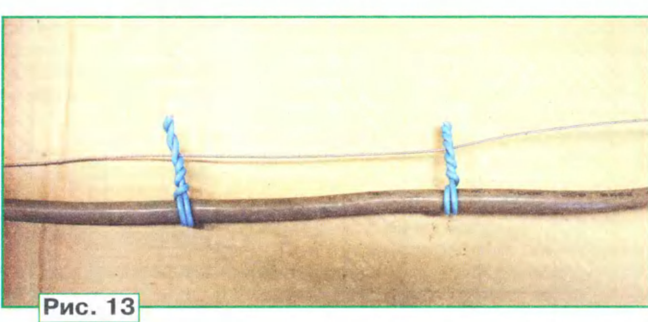


Рис. 13

Если подвешиваемый кабель расположен не горизонтально, а идёт наклонно, на стальном проводе или тросе желательно закрепить стопоры, конструкция которых показана на **рис. 14**, **рис. 15**. Проволочный крепёж, как правило, скользит по стальному проводу или тросу, по кабелю он не скользит, поскольку стянут двумя витками провода. Стопоры нежелательно устанавливать рядом с местом крепления троса, а отступить как минимум на 300...500 мм, чтобы меньше был изгибающий момент. Кроме того, стопоры не должны иметь острых кромок и не должны образовывать недопустимых гальванических пар с тросом или проводом.



Рис. 14

Из **рис. 16** понятен принцип действия стопоров. Оригинальным является стопор, выполненный в виде изогнутой трубки. В свободном состоянии стопор легко перемещается по тросу, изгибая его. Когда трос натянут, стопор надёжно фиксируется. Попавшая внутрь трубки вода в холодное время года может замёрзнуть, но это для трубчатого стопора не опасно, поскольку диаметр трубки мал и расширение вследствие образования льда будет происходить в пределах упругости трубки. Такой стопор можно изогнуть непосредственно на тросе с помощью двух плоскогубцев.

Поддерживающий стальной провод или трос желательно заземлить. ■

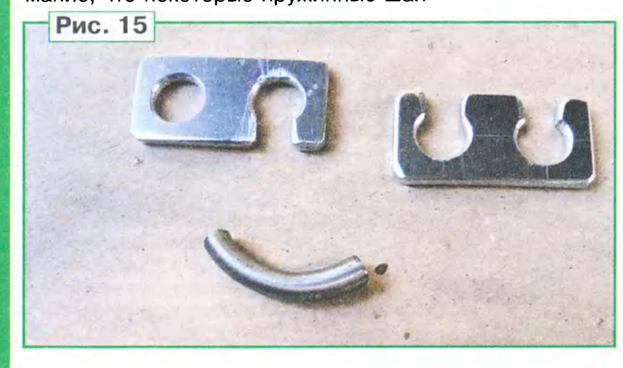


Рис. 15

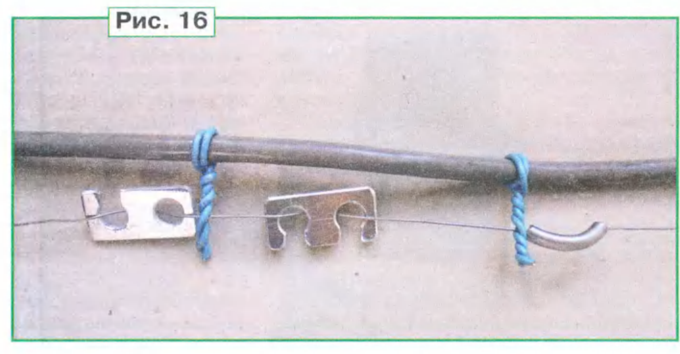


Рис. 16

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Мощный стабилизатор эффективного значения сетевого напряжения

К. СТЕПАНОВ, г. Таганрог Ростовской обл.

На моём дачном участке напряжение в электросети в течение суток иногда изменяется от 160 до 250 В. Пришлось приобрести стабилизатор релейного типа "Ресанта" АСН-3000/1-Ц [1]. Он самоотверженно отработал полгода, питая мощный нагреватель (реле нещадно трещали сутками), после чего вышел из строя. На замену ему я сделал фазовый тиристорный регулятор, отличающийся от других подобных тем, что при изменении входного напряжения в широких пределах установленное эффективное (среднеквадратичное) значение выходного напряжения остаётся практически неизменным. В состав стабилизатора входит мощный автотрансформатор от "Ресанты" с номинальным выходным напряжением 300 В.

Основные технические характеристики

Входное синусоидальное напряжение, Вэфф ....165...240
Частота входного напряжения, Гц 50
Отклонение эффективного значения выходного напряжения от установленного при изменении входного напряжения в указанных пределах:
при выходном напряжении 100...230 Вэфф, % ....±4
при выходном напряжении 200 Вэфф, % ....–2
Максимальный ток нагрузки, А 10

Ввиду несинусоидальности выходного напряжения контролировать его следует вольтметром, измеряющим истинное среднеквадратичное значение такого напряжения. Например, ампервольтомметром Ц4360 или щитовым вольтметром электромагнитной системы. Цифровой или стрелочный мультиметр, если они не имеют функции TrueRMS, не дают в этом случае правильных показаний.

Схема устройства показана на **рис. 1**. При уменьшении сетевого напряжения уменьшается напряжение на конденсаторе С3, которое в сумме с напряжением, стабилизированным стабилитроном VD7, поступает в управляющую цепь генератора импульсов на эквиваленте однопереходного транзистора, собранного из транзисторов VT3 и VT4. При этом зарядка конденсатора С2 происходит быстрее, и импульс, открывающий симистор VS1, работающий в режиме тиристора, и тиристор VS2, в каждом полупериоде генерируется раньше, что приводит к увеличению эффективного напряжения на выходе до прежнего значения. При увеличении напряжения на входе всё происходит в обратном порядке.

Важную роль играет узел плавного пуска. Без него в первый момент после замыкания выключателя SA1 потребителю было бы подано полное вторичное напряжение автотрансформатора Т1 амплитудой более 400 В. Работа этого узла подробно описана в [2]. При включении начинает заряжаться конденсатор С1, постепенно полностью открывая составной транзистор VT1VT2.

Переменным резистором R5 устанавливают выходное напряжение, а подстроечным резистором R11 добиваются его наилучшей стабилизации. Цепь R17C5 необходима только при работе на индуктивную нагрузку.

Во время работы стабилизатор должен быть защищён от напряжения в питающей его сети более 250 В. Я применяю для этого защитное устройство "АЛЬБАТРОС-12345" [3]. Тем не менее в своём стабилизаторе я предусмотрел и узел защиты от превышения допустимого напряжения на выходе стабилизатора, которое может случиться, например, при пробое симистора VS1 или тиристора VS2. В таком случае этот узел должен отключить потребителей и включить звуковую сигнализацию.

При превышении выходным напряжением заданного порога (его устанавливают подборкой сопротивления резистора R19) срабатывает реле K1. Соединёнными параллельно контактными группами K1.1 и K1.2 оно отключает от выхода стабилизатора потребителей и подключает к нему звуковой генератор на тиратроне с холодным катодом VL1. Звонок HA1 — от старого проводного телефонного аппарата (ТА56, ТА68, ТА72). Контакты K1.3 при срабатывании реле включают в цепь питания его катушки резистор R18, уменьшая этим ток через неё до значения, достаточного для удержания реле в сработавшем состоянии.

Чертёж печатной платы, на которой размещены маломощные элементы стабилизатора, изображён на **рис. 2**. Трансформатор Т2 — МИТ-4В. Его можно изготовить самостоятельно, как описано в [4], намотав на кольце типоразмера K10×6×5 из феррита 600НН две обмотки по 50 витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,2 мм. Обмотки должны быть хорошо изолированы от кольца и одна от другой. Конденсатор С6 извлечён из энергосберегающей лампы.

Силовая часть (автотрансформатор Т1, тиристор VS2, диодный мост VD8—VD11, демпфирующая цепь R17C5) и устройство защиты от перенапряжения с реле K1 (РП21-003 или РЭК-77/3) и звуковым сигнализатором собраны отдельно с применением проводного монтажа. Также вне платы находятся переменный резистор R5 — СП-I и подстроечный резистор R11 — СП-II, оба с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота движка.

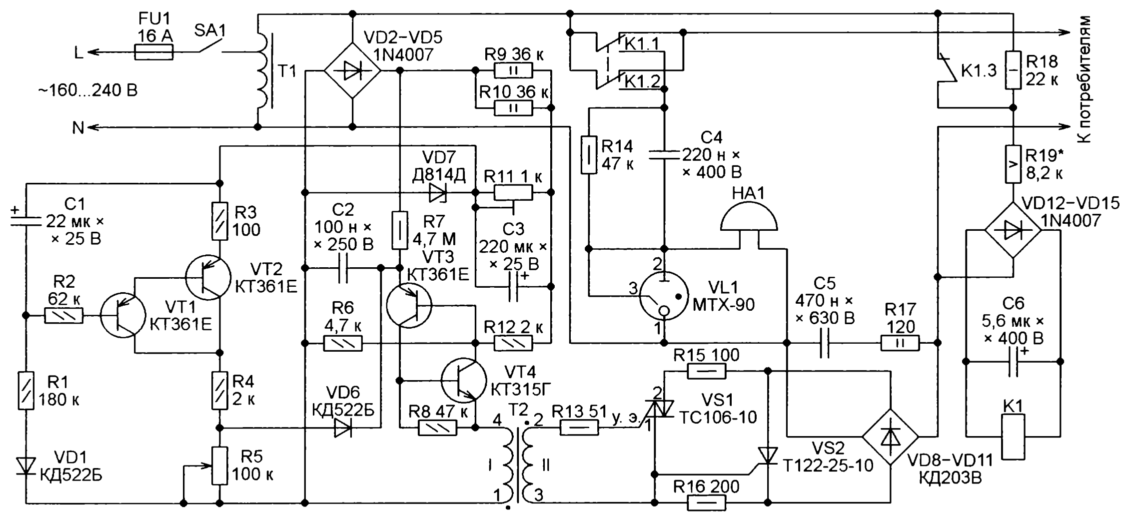
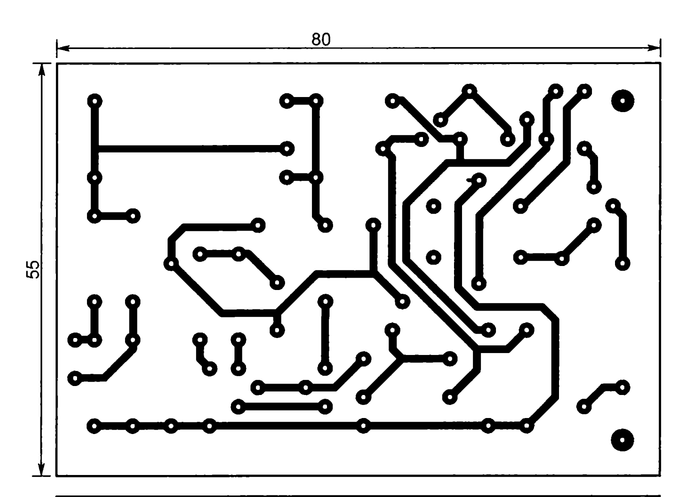


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



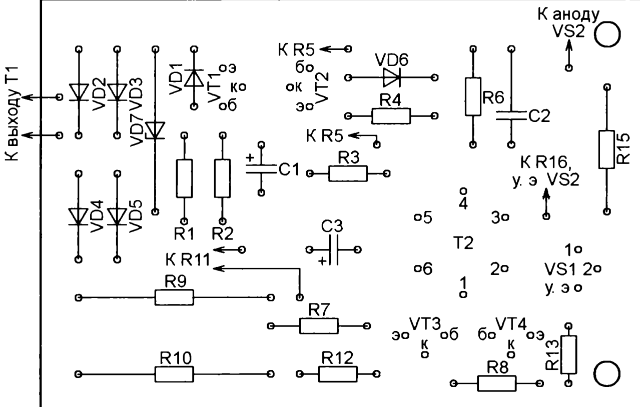


Рис. 2

Для налаживания подключите стабилизатор к сети через лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), рассчитанный на ток, не менее потребляемого нагрузкой, например, лампой накаливания мощностью 100 Вт. Напряжение на ней измеряйте ампервольтомметром Ц4360 или другим прибором, показывающим истинное среднеквадратическое значение напряжения (TrueRMS).

Движки переменного резистора R5 и подстроечного резистора R11 переведите в среднее положение. Установите напряжение на выходе ЛАТР равным 230 В, а переменным резистором R5 — 200 В на выходе стабилизатора. Изменяя напряжение, поступающее с ЛАТР в пределах 165...240 В, добейтесь с помощью подстроечного резистора R11 наилучшей стабильности выходного напряжения стабилизатора. Возможно, чтобы достигнуть наилучшего результата, эти регулировки придётся повторить несколько раз. После этого зафиксируйте в найденном положении движок подстроечного резистора R11 или измерьте сопротивление последнего и замените его постоянным резистором.

При желании можно увеличить задержку включения стабилизатора, увеличив ёмкость конденсатора C1 до 100 мкФ. Если стабилизатор будет применяться только для питания активной нагрузки (электропечи, водонагреватели), из него можно исключить цепь R17C5, а также узел плавного пуска (увеличив номинальное сопротивление резистора R4 до 5,6 кОм).

При малой нагрузке (до 200 Вт) из стабилизатора можно исключить резисторы R15 и R16, тиристор VS2, диодный мост VD8—VD11, а симистор VS1 включить электродами 1 и 2 в разрыв цепи питания потребителей.

При наладке и эксплуатации стабилизатора соблюдайте меры электробезопасности, так как все его элементы находятся под высоким напряжением. Помните, что нельзя питать через него электроприборы, требующие неискажённого синусоидального напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стабилизатор напряжения переменного тока электронный с цифровой индикацией. — URL: **https://resanta24.ru/files/manuals/manual_stabi_cifrovie_ver.13.11.14%20red.10.pdf** (28.09.2019).

2. **Нечаев И.** Регулируем яркость светильника. — Радио, 1992, № 1, с. 22, 23.

3. Устройство защиты всего дома или квартиры АЛЬБАТРОС-12345. — URL: **https://bast.ru/products/archive/albatros-12345** (28.09.19).

4. **Приймак Д.** Низковольтный тринисторный регулятор напряжения. — Радио, 1989, № 5, с. 78—80.

***От редакции.** По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/stab.zip** имеется файл печатной платы стабилизатора в формате Sprint Layout 6.0.*

Основа предлагаемых зарядных устройств — готовый модуль преобразователя входного нестабилизированного постоянного напряжения в стабилизированное, построенный на микросхеме LM2596 [1, синтаксис оригинала сохранён]. Фотоснимок этого модуля, среди функций которого есть и зарядка аккумулятора, показан на **рис. 1**. Максимальный ток его нагрузки — 3 А, выходное напряжение — регулируемое от 1,25 до 28 В. Заранее установленные пороговые значения напряжения и тока нагрузки модуля в процессе зарядки не превышаются.

Благодаря тому что этот преобразователь импульсный, а в качестве блока его питания применён доработанный "электронный трансформатор", оба предлагаемых зарядных устройства имеют небольшие габариты и массу.

Первое из них предназначено для зарядки литий-ионных и свинцово-кислотных, в том числе гелевых, аккумуляторов и батарей небольшой ёмкости (далее — батарей). Я собрал его в корпусе от зарядного устройства для шуруповёрта (**рис. 2**). Оно обеспечивает начальный ток зарядки, значение которого в амперах равно 0,1...0,2 С, где С — численное значение ёмкости батареи в ампер-часах. Когда напряжение на зажимах батареи достигает 14,4...14,6 В, устройство переходит в режим зарядки с ограничением по напряжению. Назовём его режимом дозарядки. В нём батарея достигает своей полной ёмкости.

Второе зарядное устройство предназначено для автомобильных стартёрных аккумуляторных батарей. Оно выгодно отличается от многих других тем, что автоматически заряжает батарею до её полной ёмкости. В начале зарядки через батарею течёт ток, гораздо больший максимального для упомянутого выше модуля, что уменьшает продолжительность зарядки.

Понятно, что в этом варианте для охлаждения микросхемы требуется большой теплоотвод, значит, и корпус зарядного устройства должен быть больше. Отлично подходит корпус блока питания компьютера с уже имеющимися в нём вентилятором и сетевым фильтром.

Схема первого варианта зарядного устройства изображена на **рис. 3**. Она настолько проста, что подробно описывать её не требуется, всё и так понятно. Переменное напряжение повышенной частоты поступает с выхода электронного трансформатора U1 на выпрямительный мост из диодов КД213Б (VD1—VD4), способных работать на этой частоте. Керамические конденсаторы C1 и C2 подавляют очень короткие импульсные помехи. Причём именно с двумя отдельными конденсаторами удалось добиться практически полного их исчезновения. Затем выпрямленное и отфильтрованное напряжение поступает на модуль U2.

Естественно, в полноценном зарядном устройстве нельзя обойтись без вольтметра и амперметра. Для увеличения их информативности и уменьшения габаритов применены цифровые электронные приборы. Напряжение питания вольтметра PV1 поступает с плюсового зажима заряжаемой батареи. Это сде-

Два автоматических зарядных устройства из готовых модулей

А. КАРПАЧЕВ, г. Железногорск Курской обл.

Тема устройств, предназначенных для зарядки аккумуляторов и их батарей, практически неисчерпаема. На страницах журнала неоднократно публиковались описания множества их самых разных конструкций. Автор предлагает ещё две, собранные из готовых модулей, приобретённых в Интернет-магазинах, что значительно упростило и ускорило их изготовление.

лано для того, чтобы при соединении выключенного зарядного устройства с батареей вольтметр получил от неё питание и показал, во-первых, что батарея подключена в правильной полярности и, во-вторых, напряжение батареи, по которому можно судить о её состоянии. Напряжение питания амперметра взято с входа модуля U2, что обеспечивает индикацию включения зарядного устройства в сеть.

Никакой специальной защиты от неправильного подключения батареи я делать не стал, чтобы не увеличивать габариты устройства. Поэтому подключать её следует только к выключенному зарядному устройству, обращая особое внимание на правильную полярность. Поскольку на выходе модуля U2 имеется мощный диод Шоттки, включённый в обратном направлении, при неправильной полярности батареи должна перегореть плавкая вставка FU2. Что будет при неправильном подключении батареи к включённому зарядному устройству, я сказать не могу, поскольку такой эксперимент проводить не стал.

Рис. 1

Как уже было сказано, в зарядном устройстве применён доработанный электронный трансформатор мощностью 80 Вт (U1). Его транзисторам теплоотводы не требуются. Но нужно домотать вторичную обмотку его внутреннего силового трансформатора, чтобы получить требуемое выходное напряжение. Число витков этой обмотки зависит от того, на какое напряжение будет рассчитано зарядное устройство. Максимально допустимое входное напряжение модуля U2 — 35 В.

Следует также заменить в электронном трансформаторе обратную связь по току обратной связью по напряжению, чтобы он мог работать при небольшой нагрузке. Подробно такая замена описана в [2] и [3]. Сделав её, включите электронный трансформатор в сеть и измерьте напряжение на его выходе без нагрузки. Если оно отсутствует, измените направление намотки дополнительных витков на одном из внутренних трансформаторов. После этой переделки электронный трансформатор уверенно запускается даже без нагрузки и перестаёт бояться короткого замыкания на выходе, что неоспоримое достоинство.

Отличие предлагаемой замены обратной связи по току обратной связью по напряжению от описанной в [2] и [3] — число витков дополнительной обмотки обратной связи III на внутреннем силовом трансформаторе T2 (см. рис. 2 в [3]). Ранее предлагалось делать на нём два витка, поэтому на резисторе R_{oc} (см. рис. 2 в [3]) рассеивалась довольно большая мощность. Но эксперименты показали, что число этих витков можно уменьшить. Соответственно уменьшится и мощность, рассеиваемая на резисторе R_{oc}. Теперь эта обмотка имеет всего один виток, а резистор применён с мощностью рассеяния всего 0,125 Вт. Причём это никак не повлияло ни на запуск электронного трансформатора без нагрузки, ни на допустимый ток его нагрузки.

Как уже было сказано, необходимо добавить несколько витков в обмотку II трансформатора T2. Эти добавочные витки нужно наматывать не обмоточным, а обычным изолированным многожильным монтажным проводом с сечением по меди не менее 1,0...1,5 мм^2. Их число зависит от того, на какое максимальное выходное напряжение будет рассчитано зарядное устройство. Методика расчёта числа витков вторичной обмотки подробно описана в [3] на с. 39.

В завершение доработки необходимо параллельно выходу имеющегося в электронном трансформаторе высоковольтного выпрямительного моста подключить в нужной полярности оксидный конденсатор ёмкостью 10...50 мкФ на 400 В. Можно использовать несколько конденсаторов из неисправных КЛЛ, соединив их параллельно.

На плате модуля U2 имеются три подстроечных резистора и три светодиода. Подстроечным резистором "CV", находящимся на рис. 1 справа, устанавливают нужное выходное напряжение модуля. Подстроечным резистором "CC", находящимся слева, устанавливают порог ограничения выходного тока (0...3 А). Средний под-

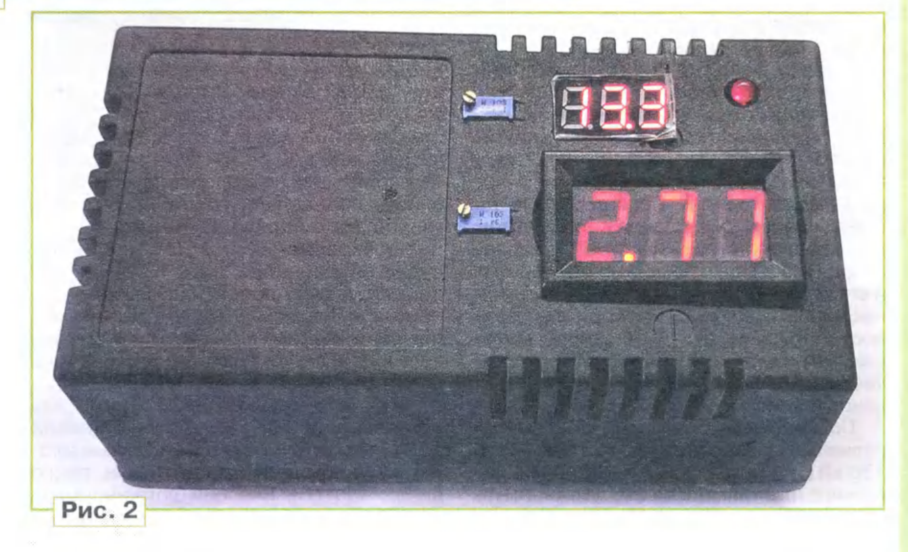


Рис. 2

строечный резистор "СН" предназначен для установки напряжения включения индикатора зарядки. Но в рассматриваемых зарядных устройствах эта функция модуля не используется.

Светодиод "СС", сигнализирующий о срабатывании ограничителя выходного тока, расположен рядом с контактной площадкой "OUT+". Светодиод "ОК", находящийся рядом с контактной площадкой "OUT–", светится, когда на вход модуля подано напряжение. Между ними расположен светодиод "СН" — индикатор превышения выходным напряжением значения, заданного одноимённым подстроечным резистором. Из сказанного понятно, что модуль U2 можно настроить на зарядку практически любого аккумулятора или их батареи.

К сожалению, микросхема LM2596 этого модуля не имеет полноценного теплоотвода. Её металлизированная нижняя поверхность просто припаяна к медной фольге на печатной плате. Для улучшения теплоотвода под микросхемой в плате имеется множество металлизированных отверстий, соединяющих слои фольги на обеих её сторонах. Однако эксперименты показали, что для длительной работы микросхемы при токе нагрузи более 1 А этого явно недостаточно.

Чтобы понизить температуру корпуса при большом токе нагрузки, микросхему необходимо установить на теплоотвод. Но отпаять её от платы обычным паяльником не получится, для этого нужна паяльная станция. Если её нет, выполнить эту операцию может любая фирма, занимающаяся ремонтом компьютеров или сотовых телефонов.

С днища выпаянной микросхемы удалите мелким плоским напильником остатки припоя, мешающие хорошему тепловому контакту микросхемы с новым теплоотводом. Поскольку она не имеет крепёжного фланца с отверстием для крепления, прижимать её к теплоотводу придётся с помощью двух винтов и специально сделанной металлической накладки. Подходящий ребристый теплоотвод можно найти на старой материнской плате компьютера. Именно такие я применил в обеих описываемых конструкциях.

Поскольку стабилизатор LM2596 импульсный и работает на частоте около 150 кГц, провода, соединяющие микросхему с платой модуля U2, должны быть как можно короче. Например, два имеющихся у меня экземпляра этой микросхемы категорически отказывались работать уже при длине соединительных проводов 3...4 см. После нескольких проб я остановился на другом варианте. Выводы микросхемы удлинил отрезками выводов старых транзисторов серий МП25, МП26, МП38—МП42, которые изготовлены из сплава, хорошо проводящего электричество, но плохо проводящего тепло. Можно, конечно, использовать обычный одножильный монтажный провод, но тогда высока вероятность, что во время пайки к контактной площадке платы он отпаяется от вывода микросхемы.

Ещё одна доработка модуля U2 — перенос установленных на его плате подстроечных резисторов на переднюю панель зарядного устройства. В этом случае длина соединительных проводов никакого значения не имеет. Можно перенести на переднюю панель и светодиоды, разместив их рядом с соответствующими подстроечными резисторами. Подстроечный резистор "СН" и одноимённый светодиод можно оставить на плате. В рассматриваемых конструкциях они не используются. Фотоснимок переделанного стабилизатора с теплоотводом приведён на **рис. 4**.

Необходимо учесть, что выводы модуля стабилизатора "IN–" и "OUT–" соединять между собой нельзя, хотя сопротивление между ними практически равно нулю. Дело в том, что между ними в модуле включён резистор датчика тока сопротивлением около 0,015 Ом.

Вместо диодов КД213Б можно использовать диоды той же серии и серии 2Д213 или другие выпрямительные диоды на повышенную частоту, а также диоды Шоттки. Все они должны иметь допустимое обратное напряжение не менее 30 В и максимальный выпрямленный ток не менее 10 А. Диоды КД213Б и аналогичные желательно снабдить хотя бы небольшими теплоотводами. Диодам Шоттки, имеющим значительно меньшее прямое падение напряжения, теплоотводы, как правило, не нужны. Прекрасно подходят выпрямительные диодные сборки из неисправных блоков питания компьютеров. Я применял без теплоотводов сборку SBL3040 с допустимым обратным напряжением 40 В и допустимым прямым током 30 А.

Конденсаторы С1 и С2 — керамические любого типа. Оксидный конденсатор С3 должен иметь низкое ЭПС, поскольку работает на повышенной частоте. В отсутствие прибора для измерения этого параметра проверьте температуру конденсатора С3 через 20...30 мин работы устройства под полной нагрузкой. Если она заметно повысилась, лучше заменить его другим. При наличии свободного места вместо одного конденсатора С3 лучше применить два вдвое меньшей ёмкости, соединив их параллельно.

Вольтметр PV1 и амперметр PA1 — электронные цифровые. Они тоже приобретены в Интернет-магазине. Размеры, форма символов и цвет свечения их индикаторов могут быть любыми. Желательно, чтобы вольтметр при измерении напряжения 99,9 В и менее отображал на индикаторе десятые доли вольта. Амперметр пригоден с пределами измерения тока до 5 А или до 10 А. Можно, конечно, применить и стрелочные приборы.

Изготовленное зарядное устройство первоначально включите в сеть, не присоединив к нему подлежащую зарядке батарею. По вольтметру PV1 установите необходимое конечное напряжение зарядки. Затем, соединив выходные зажимы XT1 и XT2 между собой, по показаниям амперметра PA1 установите порог ограничения зарядного тока.

Как уже было сказано, защиты от подключения батареи в неправильной полярности устройство не имеет. Поэтому, повторюсь, подключать батарею следует только к выключенному зарядному устройству, обращая особое внимание на полярность. И лишь убедившись, что вольтметр PV1 заработал и показал напряжение батареи, включать устройство в сеть.

При работе даже с глубоко разряженной батареей её зарядный ток не превысит установленного при описанной выше регулировке значения. По мере зарядки батареи напряжение на ней станет повышаться, а зарядный ток понижаться. Когда она полностью зарядится (напряжение достигнет установленного при регулировке), зарядный ток станет равным нулю. Естественно, речь идёт об исправной батарее.

Описанным устройством можно заряжать и свинцово-кислотные автомобильные аккумуляторные батареи, но в зависимости от ёмкости батареи и степени её разряженности это может занять длительное время. Учитывая

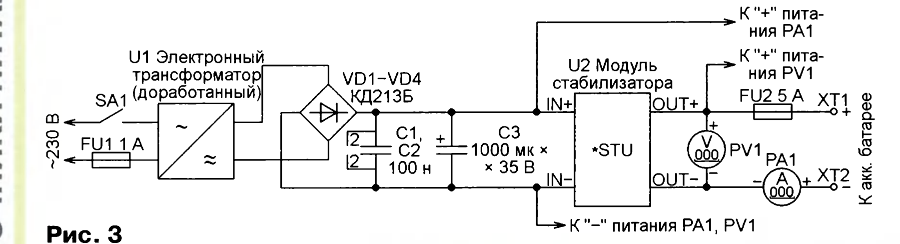


Рис. 3

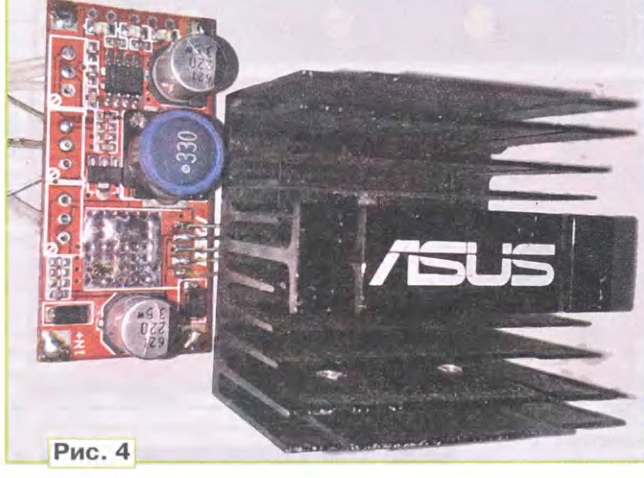


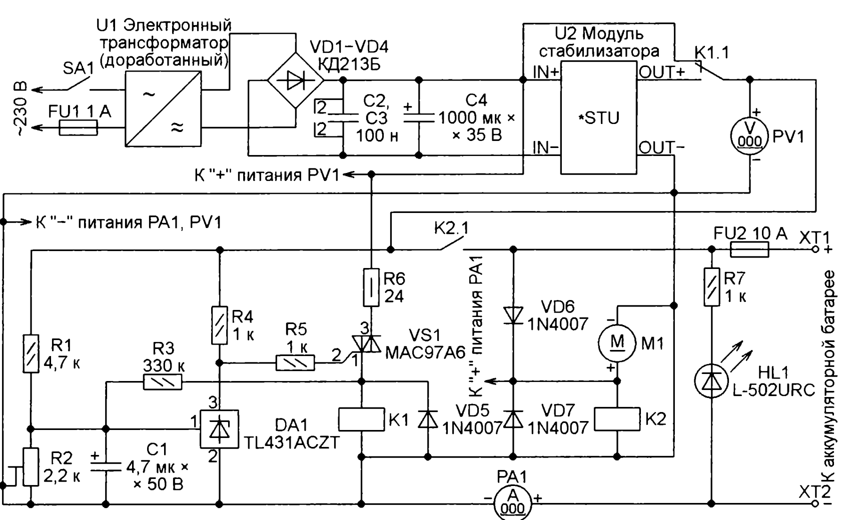
Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

небольшой допустимый ток зарядки (всего 3 А), это устройство подходит в основном для дозарядки автомобильных батарей до их полной ёмкости.

Как известно, практически все автоматические зарядные устройства настраивают на прекращение зарядки при напряжении на зажимах батареи 14,2...14,4 В. Так, например, написано в статье [4]. Но при этом батарея заряжается примерно на 80 %, оставаясь недозаряженной. Поэтому после зарядки до этого напряжения ей необходим этап дозарядки. Это мало кто делает, хотя регулярная зарядка до полной ёмкости существенно продлевает срок службы свинцово-кислотной батареи. На этом этапе необходимо ограничить выходное напряжение зарядного устройства до 13,8 В. При таком напряжении батарея сама определит, какой ток ей нужен. Причём по мере зарядки ток будет уменьшаться, пока полностью не прекратится. Это означает, что батарея заряжена на 100 %.

Не забывайте, что всё сказанное справедливо только для исправной батареи, не присоединённой к электрической системе автомобиля. Данные о зависимости процента зарядки аккумуляторной батареи от напряжения на её зажимах взяты из [5].



Внимание! На схеме указаны не номера электродов симистора MAC97A6, а номера его выводов

Рис. 5

Для зарядки именно автомобильных батарей разработан ещё один вариант зарядного устройства на тех же самых модулях. В нём зарядка происходит в два этапа. Первый — основная зарядка с ограничением зарядного тока сверху, второй — дозарядка, описанная выше.

На первом этапе оно подаёт на батарею повышенное напряжение, минуя ограничитель тока. Он ограничен лишь свойствами электронного трансформатора. По достижении 80 % заряда, когда напряжение на батарее достигнет 14,4...14,6 В, срабатывает компаратор и подключает батарею к выходу модуля стабилизатора, который настроен на напряжение 13,8 В.

Этот принцип зарядки автомобильной батареи взят из статьи [5]. Процитирую её: "Алгоритм зарядки состоит из трёх этапов. На первом этапе, когда батарея частично или полностью разряжена, допустимо проводить зарядку относительно большим током, достигающим 0,1...0,2 С. Однако зарядный ток должен быть ограничен сверху указанным значением. По мере накопления заряда возрастает напряжение на зажимах батареи. Это напряжение должно быть под контролем. В момент достижения уровня 14,4...14,6 В первый этап завершён. На втором этапе необходимо поддерживать постоянным достигнутое напряжение и контролировать зарядный ток, который будет снижаться. В момент, когда батарея наберёт не менее 80 % заряда и зарядный ток упадёт до 0,02 С, необходимо перейти к третьему, заключительному этапу — уменьшить напряжение и поддерживать его на уровне не выше 13,8 В. Зарядный ток, снижаясь, достигнет значения 0,002...0,001 С и стабилизируется на этом уровне. Такой ток для батареи не опасен: считается, что он компенсирует саморазрядку, а поддерживаемый уровень напряжения не допустит перезарядки. В таком режиме батарея может находиться неограниченное время без вреда для себя".

Экспериментальная зарядка нескольких экземпляров автомобильных батарей с ограничением по напряжению до 13,8 В подтвердила, что при полностью заряженной батарее зарядный ток становится близким к нулю. Именно такой результат эксперимента и ожидался. Сложно представить, что у исправной батареи ёмкостью 55 А·ч ток саморазрядки был бы 55...110 мА.

Для упрощения зарядного устройства было решено второй этап (зарядку при постоянном напряжении) пропустить и сразу переходить к третьему этапу — уменьшить напряжение и поддерживать его не выше 13,8 В. Конечно, такое упрощение несколько увеличивает общую продолжительность зарядки.

Схема второго варианта зарядного устройства изображена на **рис. 5**. В начале зарядки оно даёт большой зарядный ток, а когда напряжение на зажимах батареи достигнет 14,4...14,6 В, переходит в режим зарядки с ограничением по напряжению. В нём батарея дозаряжается до своей полной ёмкости. Переключение между режимами обеспечивает компаратор на параллельном стабилизаторе DA1, симисторе VS1 и реле K1. Компаратор настроен на срабатывание при напряжении 14,4...14,6 В.

Чтобы исключить возможность повреждения модуля U2 при неправильном подключении батареи даже к выключенному зарядному устройству, этот вариант снабжён простейшей, но довольно эффективной защитой. Кроме плавкой вставки FU2, в нём имеются реле K2 и диод VD6. Когда к выходным зажимам XT1 и XT2 ничего не подключено либо подключена батарея в неправильной полярности, реле K2 не срабатывает и не соединяет контактами K2.1 плюсовой зажим XT1 с выходом собственно зарядного устройства. О неправильной полярности сигнализирует светодиод HL1 красного свечения. Диоды VD5 и VD7 устраняют выбросы ЭДС самоиндукции на обмотках реле.

При правильном соединении выключенного зарядного устройства с исправной батареей, напряжение на которой не менее 8 В, реле K2 сработает и своими контактами K2.1 замкнёт цепь зарядки. При этом включатся амперметр PA1 и вольтметр PV1, а также вентилятор M1. Вольтметр покажет напряжение батареи. После этого зарядное устройство можно включить в сеть.

В начале зарядки батарея через нормально замкнутые контакты K1.1 напрямую подключена к выходу электронного трансформатора U1. Последний имеет падающую нагрузочную характеристику, поэтому не может выдать в нагрузку ток больше определённого значения. В случае превышения этого значения напряжение на выходе электронного трансформатора понижается, соответственно уменьшается и ток нагрузки.

Число витков вторичной обмотки силового трансформатора электронного трансформатора должно быть подобрано так, чтобы при номинальном (230 В) напряжении в питающей сети ток зарядки находился в середине интервала 0,1...0,2 С.

Если батарея полностью или частично разряжена, напряжение на её зажимах ниже 14,4...14,6 В. При этом компаратор, настроенный именно на это напряжение, не срабатывает, и обмотка реле K1 остаётся обесточенной. По мере зарядки батареи зарядный ток уменьшается, а напряжение на её зажимах растёт. По достижения 14,4...14,6 В срабатывают компаратор и реле K1, вследствие чего контакты K1.1 отключают батарею от выхода электронного трансформатора U1 и подключают её к выходу модуля U2, настроенного на выходное напряжение 13,8 В и ток 2,9...3 А. Этим зарядное устройство переводится из режима предварительной зарядки в режим дозарядки батареи.

Основной элемент компаратора — параллельный стабилизатор напряжения TL431ACZT (отечественный аналог — КР142ЕН19). Он обладает хорошими

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

пороговыми свойствами, высокой точностью и стабильностью порога срабатывания, а также хорошей термостабильностью. Но даже введение положительной обратной связи через резистор R3 не позволило добиться чёткого переключения, поскольку напряжение на батарее растёт слишком медленно. И только применение в качестве ключа, управляющего реле K1, симистора, а не транзистора, позволило обеспечить чёткое срабатывание этого реле. Как только напряжение на батарее достигает заданного значения, симистор VS1 открывается и больше уже не закрывается до выключения питания.

Применён именно симистор, потому что он, в отличие от тиристора, открывается отрицательным относительно электрода 1 напряжением на управляющем электроде. Это позволило создать компаратор с минимумом деталей и отличными характеристиками.

Как и в первом варианте, питание вольтметра и амперметра поступает с разных точек. Напряжение питания вольтметра PV1 — непосредственно с выхода электронного трансформатора U1, чтобы вольтметр мог работать, когда к зарядному устройству не подключена батарея. Напряжение питания амперметра PV1 поступает с обмотки реле защиты K2. Это значит, что амперметр не заработает, пока аккумулятор не будет подключён правильно. Понятно, что отсутствие свечения индикатора амперметра будет свидетельствовать либо о неправильной полярности подключённой батареи (в этом случае будет светиться светодиод HL1), либо она подключена правильно, но её напряжение слишком мало, что свидетельствует о том, что батарея очень глубоко разряжена либо неисправна. Естественно, в такой ситуации реле K2 не сработает и не подключит батарею к зарядному устройству, чтобы не повредить его.

Приступая к изготовлению второго варианта зарядного устройства, необходимо решить, какой максимальный ток при заданном напряжении оно должно обеспечивать. От этого зависит число витков вторичной обмотки трансформатора T2 в электронном трансформаторе.

Эксперименты показали, что крутизна спада нагрузочной характеристики электронного трансформатора в основном зависит от его мощности и диаметра провода, которым намотана вторичная обмотка. На этот параметр влияет и ёмкость оксидного конденсатора, подключённого в электронном трансформаторе к выходу высоковольтного выпрямительного моста. Чем больше мощность трансформатора, диаметр провода и ёмкость оксидного конденсатора, тем более пологой будет нагрузочная характеристика. Значит, тем большие напряжение и ток будут на выходе выпрямительного моста VD1—VD4 при одном и том же сопротивлении нагрузки.

Приблизительно ток зарядки первого этапа устанавливают, подбирая число витков вторичной обмотки трансформатора T1. В некоторых пределах его можно корректировать, изменяя ёмкость упомянутого выше оксидного конденсатора. Довольно точно подобрать её можно, соединяя параллельно несколько конденсаторов разной ёмкости, взятых из неисправных балластов КЛЛ. Но сильно увлекаться увеличением ёмкости не стоит, потому что при этом возрастает вероятность перегорания плавкой вставки FU1 от броска зарядного тока. Иногда даже выходят из строя диоды высоковольтного выпрямителя.

О доработке электронного трансформатора рассказано при описании первого варианта зарядного устройства. Но поскольку во втором варианте этот трансформатор должен обеспечивать больший выходной ток, его транзисторы необходимо снабдить небольшими теплоотводами с площадью охлаждающей поверхности 5...10 см^2. Вторичную обмотку нужно доматывать более толстым проводом с сечением "по меди" не менее 2...3 мм^2.

Как и в первом варианте, число витков определяют по методике, приведённой в [3]. Обмотка должна быть рассчитана на напряжение 16...18 В. В отличие от первого варианта, число её витков придётся уточнять экспериментально при налаживании зарядного устройства. Поскольку сматывать лишние витки легче, чем доматывать недостающие, лучше намотать их немного больше, чем рассчитано.

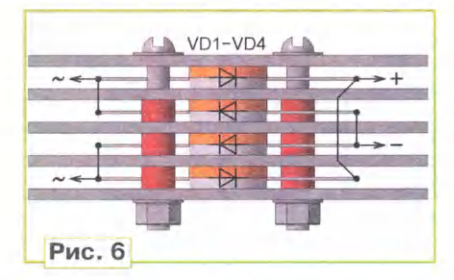


Рис. 6

Модуль U2 доработан точно так же, как в первом варианте. Рекомендации по выбору диодов VD1—VD4 тоже остались прежними. Но без теплоотводов они обойтись уже не смогут. Поскольку эти теплоотводы обдувает вентилятор M1, их размеры могут быть небольшими. Для каждого диода КД213Б достаточно пластины размерами 50×80 мм.

Из диодов и пластин я собрал "сэндвич", показанный на **рис. 6**. Внешние пластины отводят тепло от диодов, соединённых катодами. Они, как известно, у диодов КД213Б соединены с металлическими теплоотводящими поверхностями их корпусов. Это позволило упростить изготовление "сэндвича" и не применять изолирующие прокладки для головок стягивающих его винтов и гаек. Отверстия для стягивающих винтов в трёх внутренних пластинах делают немного большего диаметра, чтобы на эти винты можно было надеть изолирующие трубки, окрашенные на рис. 6 в красный цвет.

Поскольку второй вариант зарядного устройства предназначен для зарядки именно автомобильных аккумуляторных батарей, имеющих почти одинаковые параметры, регулировать его в процессе эксплуатации, вероятно, не потребуется. Поэтому подстроечные резисторы из платы модуля U2 можно не выпаивать и не выносить их на переднюю панель.

Симистор MAC97A6 может быть заменён на MAZ00607. Диоды 1N4007 взяты из балластов неисправных КЛЛ. Их можно заменить любыми выпрямительными диодами, например, серий КД102, КД105, КД209, и даже диодами Д226Б. Подстроечный резистор R2 лучше применить многооборотный СП5-2 или СП5-14. Точно установить напряжение срабатывания компаратора обычным подстроечным резистором очень сложно. Светодиод L-502URC можно заменить любым красного свечения, желательно повышенной яркости.

Реле K1 и K2 — автомобильные с обмотками на 12 В, контакты которых выдерживают ток 20 А и более. Такие реле можно приобрести в любом магазине автозапчастей. Реле K1 обязательно должно быть пятивыводным (с контактами на переключение). Реле K2 может быть и четырёхвыводным (с нормально разомкнутыми контактами). Характеристики отечественных автомобильных реле можно найти в [6].

Как уже было сказано, это зарядное устройство собрано в корпусе от блока питания компьютера. В качестве M1 применён вентилятор, который там установлен. Использован и имеющийся в блоке входной сетевой фильтр. На схеме рис. 5 он не показан.

Приступая к доработке электронного трансформатора, прежде всего, необходимо подобрать точное число витков вторичной обмотки его силового трансформатора. Для этого к выходу диодного моста VD1—VD4 подключите мощный реостат сопротивлением 5...10 Ом, чтобы можно было плавно регулировать ток нагрузки электронного трансформатора. Последовательно с реостатом включите амперметр, а параллельно реостату — вольтметр.

Движок реостата установите в положение максимального сопротивления и включите электронный трансформатор в сеть. Наблюдая за выходным током и напряжением, уменьшайте сопротивление реостата. Необходимо, чтобы при напряжении на реостате 14,4...14,6 В ток через него был равен 0,1 С. Если ток больше, отмотайте один виток и вновь проведите измерение. Если же он меньше, виток необходимо домотать.

Намного удобнее вместо реостата применить электронную нагрузку, описанную, например, в [7] и [8]. Она уже имеет встроенный амперметр и вольтметр и должна работать в режиме нагрузочного резистора.

Налаживание компаратора сводится к установке напряжения его срабатывания. Для этого движок подстроечного резистора R2 установите в нижнее по схеме положение. К выходу зарядного устройства подключите реостат или электронную нагрузку и уменьшайте их сопротивление до тех пор, пока напряжение не станет равным 14,4...14,6 В. Здесь важно учесть, что это напряжение нужно контролировать вольтметром, подключённым непосредственно к нагрузке, а не по собственному вольтметру зарядного устройства PV1.

Это необходимо, чтобы исключить погрешность, которую вносят провода, соединяющие выход зарядного устройства с батареей. Дело в том, что при токе

порядка нескольких ампер падение напряжения на этих проводах может быть довольно существенным и достигать 0,2...1 В (в зависимости от их сечения и длины). Понятно, что провода, соединяющие зарядное устройство с батареей, должны быть как можно короче и иметь как можно большее сечение. Тогда показания вольтметра PV1 будут близки к реальному напряжению на батарее.

Установив указанное выше напряжение, перемещайте движок подстроечного резистора R2 до срабатывания реле K1. Оставьте его в этом положении.

Далее включите зарядное устройство в сеть без подключённой к нему батареи. Сразу же сработает реле K1, поскольку напряжение холостого хода электронного трансформатора выше 14,4...14,6 В. Вольтметр покажет напряжение, на которое настроен модуль U2. Установите его равным 13,8 В. Естественно, реле K2 без батареи не сработает, поэтому и амперметр PA1 работать не будет ввиду отсутствия напряжения питания. Поэтому для регулировки ограничителя тока нужно использовать внешний амперметр с пределом измерения не менее 5 А.

Плюсовой вывод амперметра соедините с выводом "OUT+" модуля U2, а минусовый вывод — с выходным зажимом XT2. Подстрочным резистором "CC" модуля U2 установите показания амперметра 2,9...3 А.

Приступая к работе с зарядным устройством, не включайте его в сеть, а сначала подключите к нему, соблюдая полярность, подлежащую зарядке батарею. Если она исправна и не разряжена до напряжения менее 8 В, реле K2 сработает и своими контактами подключит батарею к зарядному устройству. При этом включатся вентилятор M1 и амперметр PA1, а вольтметр PV1 покажет напряжение батареи. Затем включите зарядное устройство в сеть.

Если батарея разряжена лишь частично, то напряжение на её зажимах — менее 14,4...14,6 В. В этом случае компаратор не сработает, а обмотка реле K1 останется обесточенной. Начнётся первый этап зарядки. Зарядный ток будет ограничен электронным трансформатором на уровне, установленном при его налаживании. По мере зарядки батареи напряжение на её зажимах станет повышаться, а зарядный ток падать. Когда батарея зарядится примерно до 80 %, напряжение на её зажимах достигнет 14,4...14,6 В. Сработает компаратор, поэтому реле K1 подключит батарею к выходу модуля U2, настроенного на напряжение 13,8 В и ограничение тока на уровне 2,9...3 А. Начнётся этап дозарядки. С течением времени зарядный ток будет постепенно снижаться и при исправной батарее уменьшится до нуля. В таком состоянии батарея может находиться сколь угодно долго, даже будучи подключённой к зарядному устройству. Ничего плохого с ней не произойдёт.

В случае подключения к зарядному устройству малоразряженной батареи при включении зарядного устройства в сеть напряжение на её зажимах станет выше 14,4...14,6 В. Компаратор немедленно сработает, и зарядка сразу начнётся со второго режима.

Как уже было сказано, при подключении к зарядному устройству глубоко разряженной (либо неисправной) батареи, напряжение которой менее напряжения срабатывания реле K2, ничего не произойдёт, поскольку это реле не сработает и не замкнёт цепь зарядки.

Если батарея исправна, но очень сильно разряжена, можно попытаться восстановить её, пропустив первый режим и начав зарядку со второго режима. Для этого батарею (внимательно следя за полярностью!) необходимо соединить с уже включённым зарядным устройством. Зарядка начнётся при токе 2,9...3 А. Если батарея исправна, через некоторое время напряжение на её зажимах, а с ним и показания вольтметра PV1 начнут повышаться.

Когда напряжение батареи достигнет 9...10 В, можно начать её нормальную зарядку. Предварительно нужно отключить зарядное устройство от сети и понаблюдать за показаниями вольтметра. Если напряжение батареи не упало ниже 8 В (это приблизительное напряжение срабатывания реле K2), отключите её от зарядного устройства, а затем снова подключите к нему, на этот раз выключенному. После этого включите зарядное устройство в сеть. Зарядка продолжится с первого этапа.

Не стоит забывать, что применённая защита предохраняет зарядное устройство от неправильной полярности подключения батареи только к выключенному устройству (до срабатывания реле K2). Если батарея уже подключена и зарядка началась, отключать и вновь подключать её к зарядному устройству допустимо только в правильной полярности. Повторяю, если в этом случае перепутать полярность, есть вероятность того, что модуль U2 выйдет из строя раньше, чем сгорит плавкая вставка FU2. А вот короткого замыкания на выходе зарядное устройство не боится, поскольку при отключении батареи немедленно переходит в режим с ограничением тока.

В качестве рекомендации по совершенствованию описанной конструкции можно предложить подключить вентилятор охлаждения M1 не просто параллельно обмотке защитного реле K2, а через автомат включения вентилятора обдува, подобный описанному в статье [9]. Его датчик температуры нужно закрепить на теплоотводе диодного моста, нагревающегося больше остальных деталей, в соответствии с рекомендациями, приведёнными в указанной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. LM2596 светодиодный драйвер DC-DC понижающий Регулируемая CC/CV Питание модуль. — URL: **https://ru.aliexpress.com/item/33001803603.html?spm=a2g0o.detail.1000015.1.12d93ee94yPEjY&scm=1007.14452.136271.0&scm_id=1007.14452.136271.0&scm-url=1007.14452.136271.0&pvid=b7570d99-2714-4541-afac-bbdcb1107d53&s=p** (07.10.2019).

2. **Дымов А.** Приставка — регулятор для паяльника. — Радио, 2017, № 1, с. 29—31; № 2, с. 28—30.

3. **Карпачев А.** Освещение помещений последовательно соединёнными светодиодными лампами. — Радио, 2018, № 10, с. 37—40.

4. **Костицин В.** Автоматическое устройство для зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. — Радио, 2008, № 3, с. 42.

5. **Голов С.** Автоматическое зарядное устройство для свинцово-кислотной аккумуляторной батареи. — Радио, 2004, № 12, с. 29—31.

6. **Банников В.** Малогабаритные автомобильные электромагнитные реле. — Радио, 1994, № 9, с. 42; № 10, с. 41.

7. **Карпачев А.** Амперметр — датчик тока в электронной нагрузке. — Радио, 2017, № 9, с. 25—27.

8. **Карпачев А.** Доработка электронной нагрузки. — Радио, 2018, № 12, с. 16, 17.

9. **Нечаев И.** Автомат включения вентилятора обдува. — Радио, 2001, № 6, с. 60.



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Речевой кабельный прибор

И. ГОРБУНОВ, пос. Свобода Калининградской обл.

Автор предлагает вариант прибора для поиска нужных пар проводов в кабеле. Его особенность — передача по искомым парам речевых сообщений с их названиями. Эти сообщения записывают в память прибора через встроенный в него микрофон перед началом работы.

Число каналов прибора, равное числу распознаваемых пар, может быть различным. Каналы идентичны, за исключением того, что микрофон и микрофонный усилитель имеются только в одном из них. Остальные каналы подключены к выходу этого усилителя параллельно.

Постоянное присутствие человека на том конце кабеля, к которому подключён прибор, не требуется. Его задача — лишь записать нужные сообщения и подключить прибор к контролируемому кабелю. На другом конце этого кабеля достаточно простой монтёрской телефонной трубки (не требующей питания от АТС) или телефонного капсюля ТА-4 сопротивлением 2200 Ом. С их помощью, подключаясь поочерёдно к парам проводов кабеля, прослушивают циклически повторяющиеся речевые сообщения.

Схема одного канала прибора изображена на **рис. 1**. Сразу после подачи питания он начинает работу в режиме "Воспроизведение", о чём сигнализирует светодиод HL3. RS-триггер на элементах DD1.2 и DD1.3 в этот момент находится в состоянии с высоким уровнем на выходе элемента DD1.3. Это обеспечивает импульс на выводе 9 этого элемента, формируемый конденсатором C2, заряжающимся через резистор R2 и выход Q1 шинного формирователя DD4, на котором в этот момент установлен низкий логический уровень напряжения.

Уровень напряжения на входе E2 шинного формирователя высокий, поэтому его выход Q7 переходит в высокоимпедансное состояние. В результате тактовые импульсы частотой 30 кГц с генератора, построенного на логических элементах DD1.1 и DD1.4, не проходят на вход C верхнего по схеме счётчика микросхемы DD2.

Благодаря резистору R10 при отпущенной кнопке SB2 логический уровень напряжения на входе E1 шинного формирователя DD4 высокий, Это означает, что его выходы Q0—Q3 переведены в высокоимпедансное состояние. Поэтому на входе WE микросхемы ОЗУ DS1 резистором R16 установлен высокий уровень напряжения, а на входе CE1 той же микросхемы резистор R17 поддерживает низкий уровень. На входе B&C АЦП DA1 резистором R13 установлен высокий уровень, чем запрещена работа АЦП.

Для записи речевого сообщения требуется нажать и удерживать нажатой кнопку SB2 "Запись". Светодиод HL3 погаснет, а HL2 будет включён. На входе E2 шинного формирователя DD4 теперь установлен низкий уровень, поэтому тактовые импульсы частотой 30 кГц поступают на вход младшего разряда счётчика адреса — вывод 1 микросхемы DD2. С выхода Q1 DD2 импульсы вдвое меньшей частоты поданы на вход D0 шинного формирователя DD4 и далее с его выхода Q0 на вход B&C АЦП DA1.

Принятый микрофоном BM1 (МД-380А) звуковой сигнал через микрофонный усилитель на транзисторах

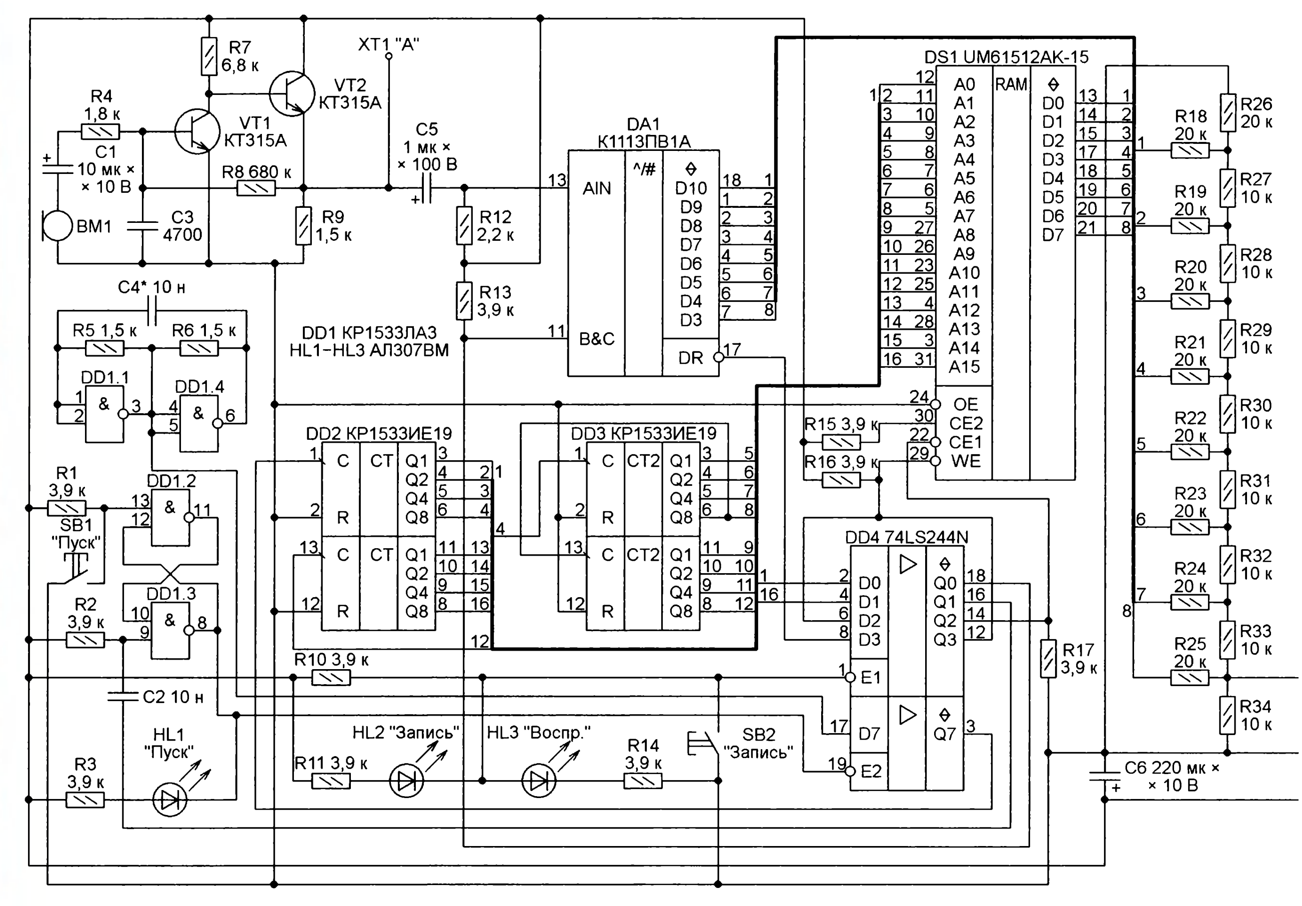
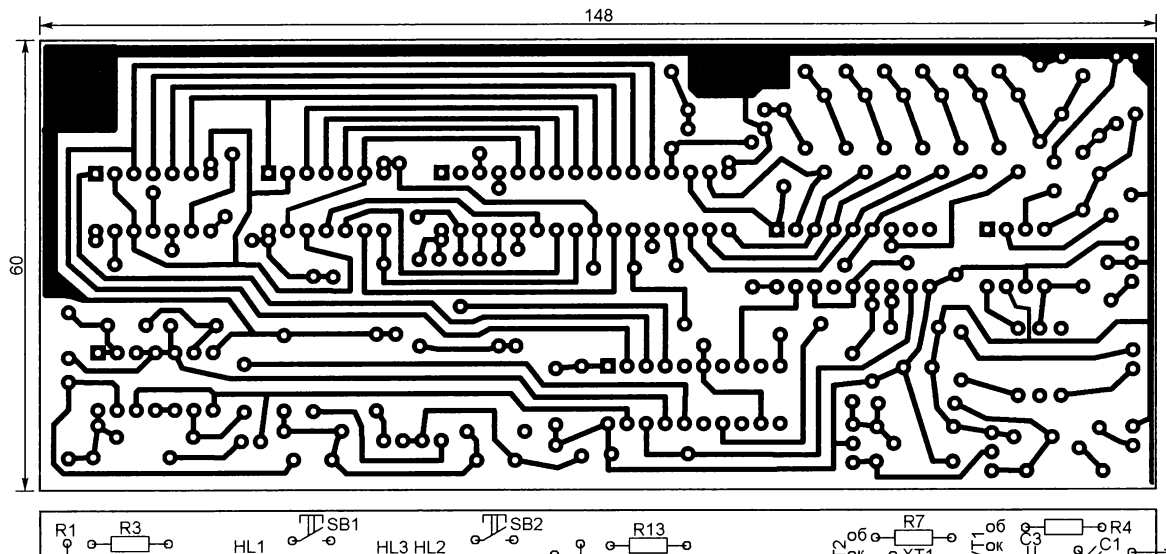


Рис. 1



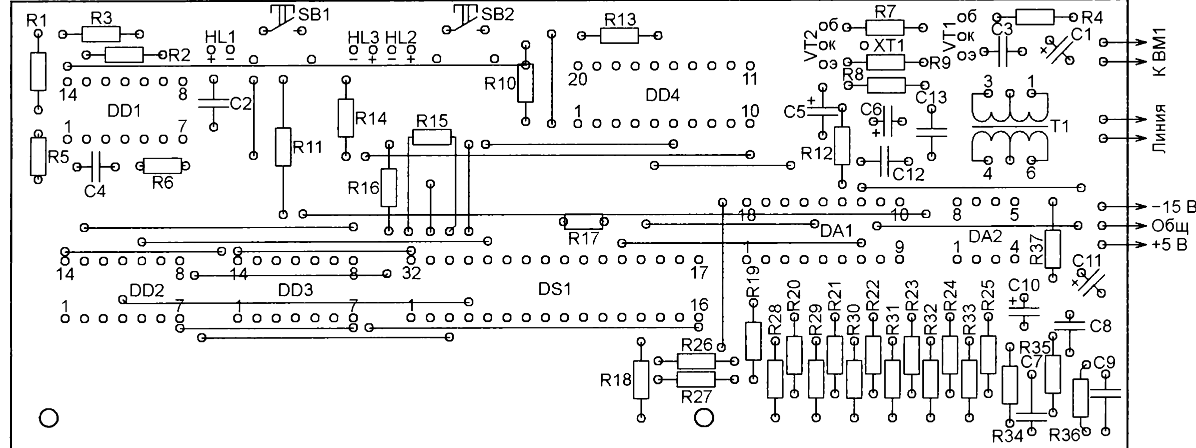


Рис. 2

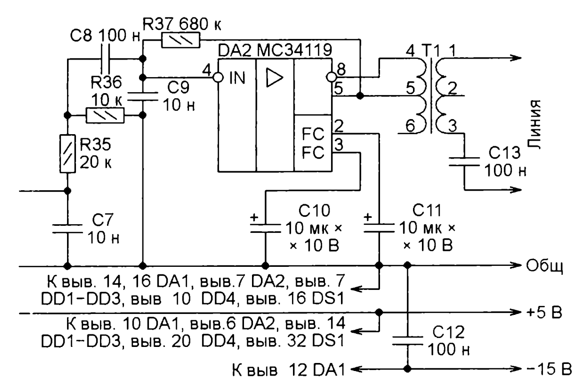
VT1 и VT2 поступает на вход AIN АЦП DA1. Хочу напомнить, что микрофонный усилитель имеется только в одном канале прибора. Он обслуживает все каналы, точки "А" (XT1) которых соединены между собой.

По завершении преобразования уровень напряжения на выходе DR АЦП DA1 становится низким. Он поступает на вход D3 шинного формирователя DD4, затем с его выхода Q3 на вход D2 и далее на выход Q2. В результате становятся низкими уровни на входах CE1 и WE ОЗУ DS1, что активизирует ОЗУ и переводит его режим записи.

Поскольку ячейки памяти перебираются в два раза быстрее, чем выполняется аналого-цифровое преобразование, один и тот же код записывается в две последовательные ячейки. Максимальная длительность записанного сообщения — около 4,5 с, чего вполне достаточно для описания назначения линии в кабеле.

При спадающих перепадах уровней на адресном входе A15 ОЗУ DS1, что соответствует полному заполнению его памяти, и одновременно на выходе Q1 шинного формирователя DD4 конденсатор C2 формирует импульс установки RS триггера на элементах DD1.2 и DD1.3 в исходное состояние. Светодиод HL1 гаснет, передача тактовых импульсов с входа D7 на выход Q7 шинного формирователя DD4 и на вход счётчика адреса прекращается. На этом процесс записи завершён. Теперь кнопку SB2 можно отпустить, переведя этим устройство в режим "Воспроизведение". Записанная фраза сохранится в ОЗУ до тех пор, пока не будет выключено питание прибора.

Для циклического воспроизведения записанного речевого сообщения нужно нажать на кнопку SB1. Начнётся считывание информации из ОЗУ и её пре-



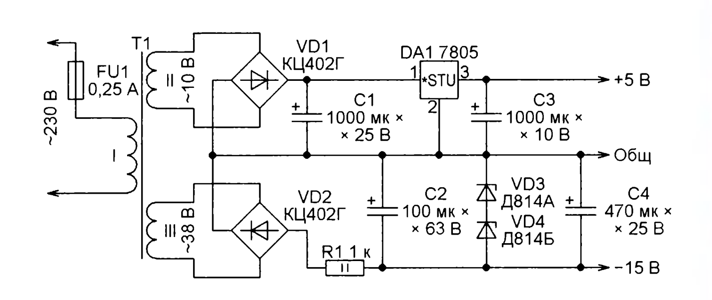


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

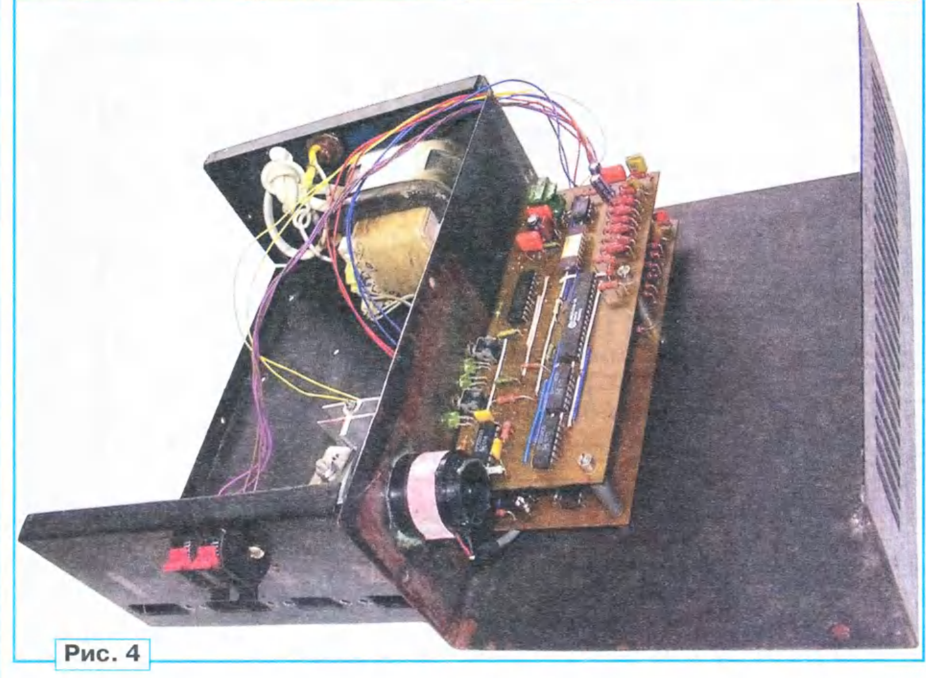


Рис. 4

образование в аналоговую форму с помощью ЦАП, представляющего собой матрицу R-2R из резисторов R18—R33. Аналоговый звуковой сигнал через фильтр (C7—C9, R35, R36) поступает на УЗЧ DA2. Выходной трансформатор Т1 TOT4, включённый как повышающий, защищает микросхему DA2 от постороннего напряжения в подключённой линии.

Чертёж печатной платы устройства изображён на **рис. 2**. Она рассчитана на установку резисторов МЛТ или подобных указанной на схеме мощности. Резисторы R18—R33 должны иметь допуск на хуже ±1 % или подобраны с такой же точностью. Их сопротивление может отличаться от указанного на схеме в два-три раза, но сопротивление резисторов одной группы (R18—R26) должно быть одинаковым с указанной выше точностью и отличаться от сопротивления резисторов второй группы (R27—R33) ровно в два раза. Элементы микрофонного усилителя C1, C3, R4, R7—R9, VT1, VT2 устанавливают только на плате одного из каналов.

Микросхема АЦП К1113ПВ1А имеет зарубежный прототип AD571. Вместо шинного формирователя 74LS244N можно установить его отечественный аналог К155АП5 или КР1533АП5. Микросхема MC34119 может быть заменена другой микросхемой УЗЧ необходимой мощности, включённой по соответствующей типовой схеме.

Налаживание канала сводится, как правило, к установке частоты генератора, равной 30 кГц, подборкой конденсатора С4. Причиной низкого качества воспроиведения речевых сообщений могут быть слишком большой или слишком маленький уровень сигнала, поступающего на вход АЦП с микрофонного усилителя, недостаточная точность подборки резисторов ЦАП, а также перегрузка оконечного УМЗЧ, в том числе неотфильтрованными остатками частоты квантования звукового сигнала. В последнем случае нужно подобрать ёмкость конденсаторов С7 и С9. В остальном же при правильном монтаже и исправных деталях всё должно работать нормально.

Схема блока питания прибора представлена на **рис. 3**. Он обеспечивает два его канала напряжениями +5 В и −15 В при токе нагрузки соответственно 200 мА и 50 мА. Сетевой трансформатор Т1 — ТП-202-1, но подойдёт и другой мощностью 20...40 Вт с напряжениями вторичных обмоток 10 В и 30...40 В.

Расположение узлов и печатных плат двухканального варианта прибора в его корпусе показано на **рис. 4**.

***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/cabtest.ru** имеется файл печатной платы прибора в формате Sprint Layout 6.0.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Переходник для проверки транзисторов

Г. ДУДАРЕВ, г. Лосино-Петровский Московской обл.

В мультиметрах DT-832, DT-838 и других отверстия панели для подключения проверяемых транзисторов маленькие, и контакты в них находятся глубоко. Плоские или большого диаметра выводы в них не вставишь. А выводы транзисторов, бывших в употреблении, и поэтому коротко обрезанные, вставить в отверстия можно, но до контактов панели они зачастую не достают. Я предлагаю для проверки таких транзисторов сделать переходник из пятигнёздной розетки СГ-5 (ОНЦ-ВГ-4-5/16-В) от старого магнитофона или радиоприёмника. Подойдёт и аналогичное гнездо DIN-5/180F, использующееся в компьютерах для подключения клавиатуры.



Схема переходника показана на **рисунке**, где розетка XS1 изображена в виде со стороны гнёзд. Согласно этой схеме, к выводам гнёзд розетки припаивают гибкие изолированные провода желательно разного цвета. Вторые их концы зачищают от изоляции и облуживают. Они должны плотно входить в указанные на схеме гнёзда панели для проверки транзисторов мультиметра и обеспечивать надёжный контакт. Эти гнёзда (с — коллектор, b — база, е — эмиттер) должны находиться в той части панели, которая соответствует структуре проверяемого транзистора (n-p-n или p-n-p).

Выводы подлежащего проверке транзистора вставляют в гнёзда розетки XS1 соответственно их назначению. Например, вывод эмиттера транзистора серии КТ361 — в гнездо 3, коллектора — в гнездо 5, а базы — в гнездо 2. Вывод коллектора транзистора серии КТ503 удобнее вставить в гнездо 1.

Фильтр питания для КЛЛ и светодиодных осветительных ламп

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Срок службы некоторых современных выключателей освещения, настенных или предназначенных для скрытой электропроводки, относительно невелик. При разборке неисправных выключателей, произведённых в последние годы, были выявлены такие их особенности, как малая площадь контактов, сильный налёт сажи на пластмассовых деталях и брызги из шариков расплавленного металла диаметром 0,1...0,2 мм. Это — признаки износа контактов и их деформации, а также разрушения пластмассовых деталей.

Одна из причин в том, что современные КЛЛ и светодиодные осветительные лампы часто не содержат узлов ограничения тока включения, а также не имеют эффективных помехоподавляющих фильтров, из-за чего, например, затрудняется радиоприём даже в УКВ радиовещательных диапазонах. Чтобы уменьшить бросок тока в момент включения освещения и уменьшить помехи, которые поступают в сеть питания от работающих импульсных преобразователей напряжения, входящих в состав таких ламп, можно изготовить несложный фильтр, схема которого показана на **рис. 1**.

Напряжение сети переменного тока 230 В поступает на разъёмы XT1 и XT2. Терморезисторы RT1, RT2 уменьшают бросок тока в момент включения питания, который происходит из-за зарядки конденсаторов фильтров в КЛЛ и в светодиодных лампах. Следует заметить, что даже одного конденсатора ёмкостью 6,8 мкФ бывает достаточно для повреждения диодов выпрямительного моста, например, 1N4007 или аналогов, если осветительная лампа не содержит узла ограничения тока включения. Варисторы RU1, RU2 защищают нагрузку от превышения напряжения питания.

На осветительные лампы сетевое напряжение питания поступает через трёхзвенный LC-фильтр C1L1C2L2L3C3 L4L5C4C5. Если к выходу устройства нагрузка не подключена, то после отключения питания конденсаторы разряжаются через резистор R1. Устройство рассчитано на подключение осветительных ламп любого типа общей мощностью до 500 Вт, что достаточно для любой домашней люстры. Плавкий предохранитель защищает элементы устройства от перегрузки. Этот предохранитель выбран на заведомо больший ток для того, чтобы при неисправности электронного балласта осветительной лампы первым перегорел встроенный в неё предохранитель или разрывной резистор.

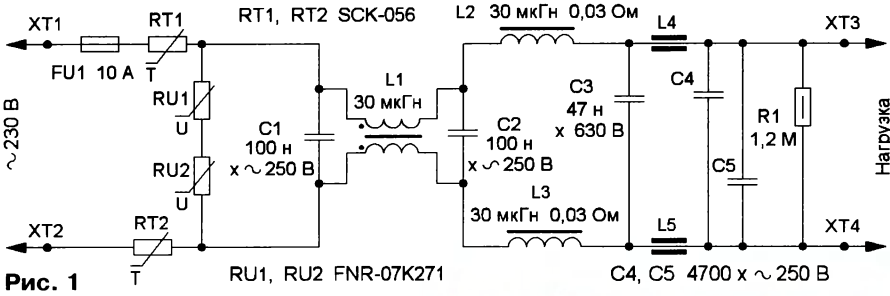


Рис. 1

Рис. 2

Все элементы конструкции установлены на плате из стеклотекстолита размерами 80×50 мм (**рис. 2**), монтаж — односторонний навесной. Плата помещена в стальной корпус от селектора выбора ТВ-каналов СК-Д-24С размерами 23×55×85 мм. Подойдут также аналогичные стальные корпусы такого же или близкого размера УМ1-4, УМ1-2, УКВ-1-05С, СК-В-41. При отсутствии готового корпуса его можно спаять из пищевой жести. К нижней и верхней крышкам корпуса для предотвращения случайных замыканий приклеены по два слоя плотной стеклоткани.

Резистор R1 — ВС, МЛТ, РПМ, С2-22, С2-23, его сопротивление может быть от 1 МОм до 10 МОм. Терморезисторы — SCK-056, SCK-057, SCK-075, SCK-105. При мощности нагрузки до 40 Вт вместо двух терморезисторов можно установить один большего сопротивления, например, SCK-164 (16 Ом), SCK-204 (20 Ом), SCK-253 (25 Ом). Под корпусами терморезисторов в монтажной плате просверлены по два отверстия диаметром 5 мм. Вместо двух последовательно включённых дисковых варисторов FNR-07K271 можно установить один на напряжение 470 или 560 В, например, FNR-14K471, FNR-10K561, ZOV10D561K, SVC561-14, TVR14561, INR14D471. При наличии выбора в устройстве предпочтение следует отдать варистору на большее напряжение. Конденсаторы C1—C3 — плёночные, рассчитанные на работу на переменном токе при напряжении 250 В или на постоянном не менее 630 В. Конденсаторы C4, C5 — высоковольтные керамические емкостью несколько тысяч пикофарад. Дроссель L1 содержит семь витков вдвое сложенного многожильного монтажного провода 20AWG. Для самостоятельного изготовления такого дросселя подойдёт кольцо диаметром 20...30 мм из пермаллоя или низкочастотного феррита. Дроссели L2, L3 — от узлов коррекции растра кинескопных телевизоров, они намотаны многожильным обмоточным проводом сечением по меди около 0,4 мм^2. Магнитопровод — ферритовый Н-образный с внешним диаметром 15 мм и высотой 14 мм. При наличии приклеенных к магнитопроводу постоянных магнитов их следует обязательно удалить. Дроссели L4 и L5 — две ферритовые трубки длиной 10 мм и диаметром 3 мм, надетых на проволочные перемычки.

Готовое устройство не требует налаживания. Устанавливают его как можно ближе к подключённым к нему осветительным лампам, например, разместив в основании люстры или настольной лампы. Не обязательно в точности повторять конструкцию. В зависимости от особенностей светильников и имеющихся деталей, устройство может быть так или иначе изменено, с сохранением общих принципов построения сетевых LC-фильтров. Например, не всегда можно найти свободное место для монтажа платы указанного размера, в этом случае монтаж можно сделать на двух платах меньшего размера, разместив на первой из них элементы FU1, RT1, RT2, RU1, RU2, C1, L1, а на второй — элементы C2, L2— L5, C3—C5, R1.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Сигнализатор отключения и снижения напряжения сети

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

В журнале "Радио" описано несколько конструкций сигнализаторов отключения сетевого напряжения, имеющих свои преимущества и недостатки. Устройство [1] имеет в своём составе звуковой сигнализатор, но требует питания от понижающего трансформатора, что увеличивает габариты устройства. Сигнализатор [2] проще по конструкции и работает совместно с электронно-механическим будильником, который подаёт звуковой сигнал. Наиболее простой и малогабаритной конструкцией является устройство [3], в котором звуковой излучатель в отсутствие напряжения сети питается от ионистора.

Все эти устройства объединяет одно — они контролируют напряжение в том же помещении, в котором подают звуковой сигнал. Но зачастую возникает необходимость контроля напряжения в другом помещении и на другой фазе электросети, поэтому использование данных устройств в этом случае может быть затруднительно. К тому же важно своевременно узнать не только об отключении, но и о снижении сетевого напряжения ниже установленного значения, ведь пониженное сетевое напряжение может быть причиной перегрева и выхода из строя асинхронных электродвигателей, подключённых к сети. Также выходную цепь сигнализатора желательно гальванически изолировать от сети 230 В.

Предлагаемый вниманию читателей сигнализатор представляет собой комбинацию схемных решений, используемых в устройствах [1—3]. От конструкции в [1] в нём использован генератор на микросхеме, от конструкции в [2] — внешний звуковой сигнализатор, а от конструкции в [3] — накопитель энергии, в качестве которого применён ионистор.

Схема сигнализатора приведена на **рис. 1**. Устройство питается от сети 230 В через гасящий резистор R1 и диодный мост VD1—VD4. Выпрямленное диодным мостом напряжение через резистор R4 и последовательно соединённые излучающий диод оптопары U1.1 и светодиод HL1 поступает на параметрический стабилизатор напряжения на стабилитроне VD8, от которого питается микросхема DD1. Ионистор C3 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения и одновременно служит накопителем энергии, питающим микросхему DD1 при отсутствии сетевого напряжения. Диод VD7 защищает светодиод HL1 и излучающий диод U1.1 оптопары U1 от обратного напряжения, конденсатор C5 — блокировочный в цепи питания.

На элементах DD1.2 и DD1.3 собран генератор импульсов, частота следования которых зависит от номиналов

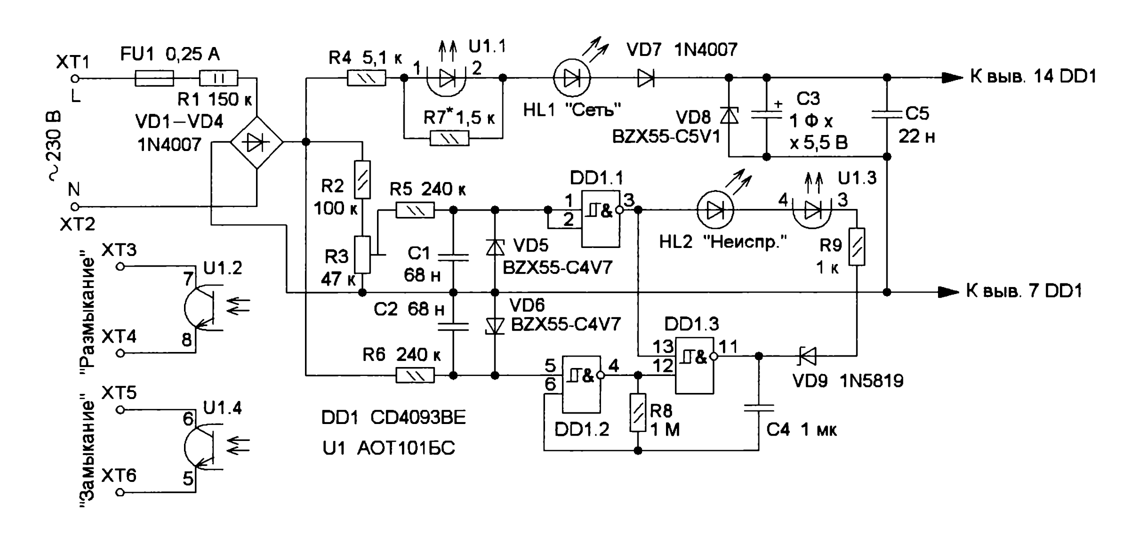


Рис. 1

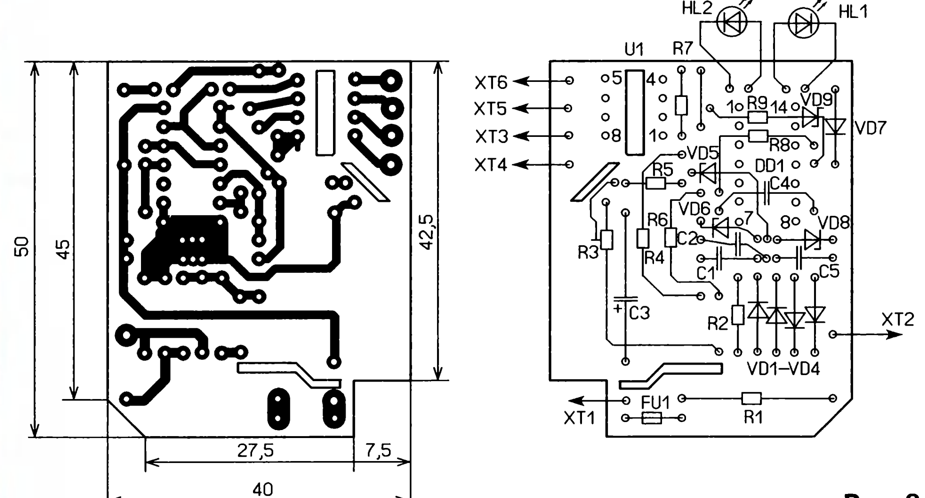


Рис. 2

элементов R8 и C4 и составляет около 1 Гц. При наличии питающего напряжения на выходе диодного моста VD1—VD4 оно через резистор R6 поступает на вывод 5 элемента DD1.2, разрешая его работу.

На вход элемента DD1.1 с резистивного делителя R2R3 поступает напряжение, величина которого пропорциональна напряжению сети. Пока сетевое напряжение превышает установленное значение, на выходе элемента DD1.1 присутствует низкий логический уровень, запрещающий работу генератора на элементах DD1.2, DD1.3, а в цепи светодиода HL2 и излучающего диода U1.3 ток не протекает. При снижении сетевого напряжения ниже установленного значения на выходе элемента DD1.1 появляется высокий логический уровень, раз-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
РАДИО®

решающий работу генератора, поэтому через светодиод HL2 и излучающий диод оптопары U1.3 протекают импульсы тока с частотой 1 Гц, вызывающие мигание этого светодиода и периодическое открывание фототранзистора U1.4.

При исчезновении сетевого напряжения на выводе 5 элемента DD1.2 устанавливается низкий логический уровень, запрещающий работу генератора, поэтому на выходе этого элемента будет постоянно присутствовать высокий логический уровень. Так как в отсутствии сетевого напряжения на выходе элемента DD1.1 также устанавливается высокий логический уровень, на выходе элемента DD1.3 всё время присутствует низкий логический уровень, поэтому светодиод HL2 светит постоянно, а фототранзистор U1.4 открыт. Резистор R9 ограничивает ток, а диод VD9 защищает элементы от обратного напряжения.

Стабилитроны VD5 и VD6 ограничивают напряжение на входах микросхемы DD1 до безопасного значения, а конденсаторы C1 и C2 совместно с резисторами R5 и R6 образуют фильтры, защищающие устройство от ложного срабатывания в моменты перехода сетевого напряжения через ноль или при его кратковременных "провалах".

Кроме выхода на замыкание (фототранзистор U1.4), устройство также имеет выход непрерывного контроля сетевого напряжения, который замкнут, пока устройство подключено к сети (фототранзистор оптопары U1.2). Сетевое напряжение, при котором этот фототранзистор закрывается, зависит от сопротивления резистора R7 и при указанном на схеме номинале составляет около 125 В.

Все элементы устройства, кроме подстроечного резистора R3, смонтированы на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 2**. Размеры и конфигурация платы позволяют разместить её в корпусе автоматического выключателя серии ВА47-29. Для предотвращения электрического пробоя по поверхности платы и попадания сетевого напряжения в выходные цепи устройства в плате между выводами оптрона, а также между точками с высоким напряжением выполнены прорези шириной 2 мм. Конденсатор C4 и резисторы R8, R9 установлены над микросхемой DD1, а нижний по схеме вывод резистора R9 соединён с анодом диода VD9 над корпусом микросхемы. На выводы стабилитронов VD5, VD6 и резисторов R4, R6 надеты отрезки ПВХ-трубки, снятой с монтажного провода, после чего эти элементы установлены на плату. Внешний вид смонтированной печатной платы приведён на **рис. 3**.

В устройстве можно применить резисторы любого типа указанной на схеме мощности рассеяния. Подстроечный резистор R3 — многооборотный СП3-39 с линейной характеристикой или другой, подходящий по габаритам. Ионистор — 5R5D20F100H или другой, рассчитанный на монтаж в горизонтальном положении, остальные конденсаторы — керамические или плёночные, например, КМ или К73. Диоды VD1—VD4, VD7 — любые выпрямительные, стабилитрон VD8 — с напряжением стабилизации около 5 В, VD5, VD6 — на напряжение 3...5 В. Диод VD9 — диод Шоттки или кремниевый (правда, при этом время работы сигнализатора несколько сократится), светодиоды — любые сверхъяркие зелёного (HL1) и красного (HL2) свечения. Микросхему CD4093BE можно заменить отечественной микросхемой К561ТЛ1. Транзисторную двухканальную оптопару АОТ101 можно использовать с любым буквенным индексом или применить вместо неё подходящую импортную. Если канал непрерывного контроля сетевого напряжения не нужен, можно использовать транзисторную оптопару с одним каналом, установив вместо излучающего диода U1.1 перемычку и удалив резистор R7.

Сигнализатор смонтирован в корпусе от однополюсного автоматического выключателя ВА47-29 торговой марки ИЭК. Для разборки автоматического выключателя необходимо сверлом диаметром 4 мм высверлить развальцованные части четырёх латунных заклёпок, вынуть их и разъединить половины корпуса. Все пластмассовые приливы на внутренних частях корпуса, мешающие установке печатной платы, следует удалить, после чего разметить центры отверстий под светодиоды и, сложив половины корпуса вместе, просверлить эти отверстия.

Подстроечный резистор R3 клеем "Момент" закреплён в верхней половине корпуса устройства напротив окна, в котором располагался рычажок включения автоматического выключателя. Печатная плата установлена в другой половине корпуса, какого-либо крепления она не требует. Сетевые провода, идущие от печатной платы, заключены в

Рис. 3

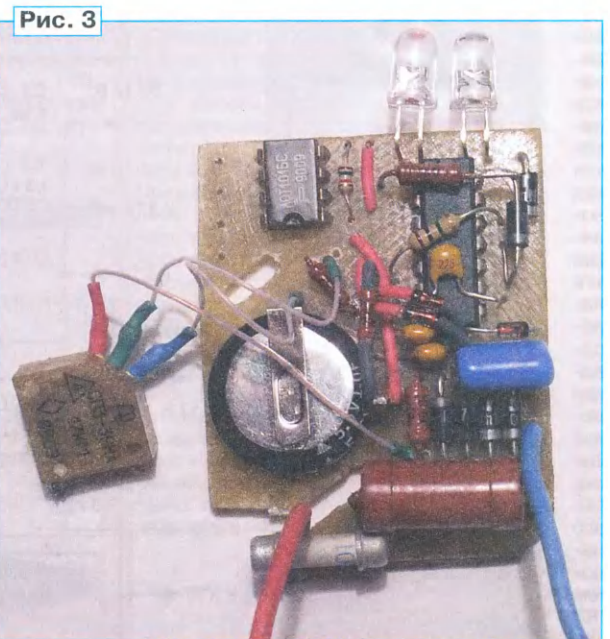
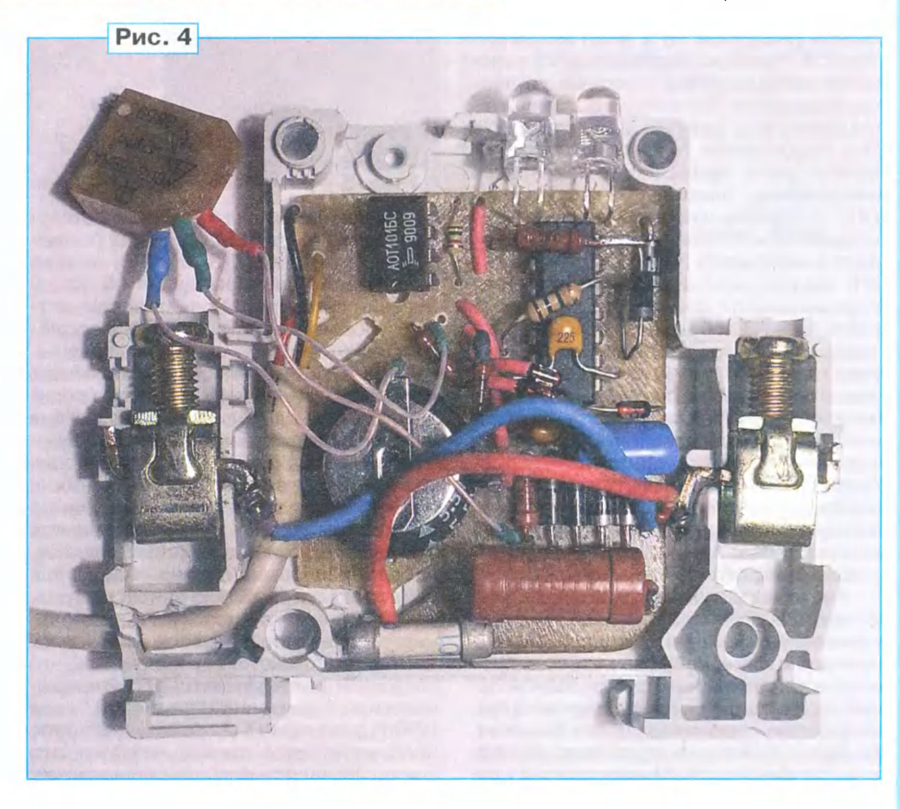


Рис. 4



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

отрезки термоусаживаемых трубок и припаяны к пластинам штатных винтовых контактов автоматического выключателя. После установки всех элементов половины корпуса устройства соединены между собой с помощью винтов М3 и гаек. Чтобы габариты корпуса остались прежними, гайки утоплены в предварительно раззенкованные в одной из половин корпуса отверстия.

Вывести проводники выходных цепей устройства из корпуса можно двумя способами. Первый и самый простой — через окно, в котором располагался рычажок включения автоматического выключателя, так как точки подключения проводов и оптрон U1 расположены напротив этого окна. Но данный вариант неэстетичен и неудобен в эксплуатации, так как провод выходной цепи будет находиться снаружи фальшпанели щита, в котором установлено устройство, и будет мешать установке и снятию фальшпанели. Поэтому провод лучше вывести через полость, имеющуюся в нижней части корпуса автоматического выключателя, просверлив дополнительное отверстие, а окно в передней части корпуса закрыть пластиной из полистирола, в которой сделано отверстие напротив шлица подстроечного резистора R3. Для прокладки проводников выходных цепей внутри корпуса следует использовать четырёхжильный кабель в двойной изоляции. Вид на монтаж сигнализатора приведён на **рис. 4**, а внешний вид устройства в сборе — на **рис. 5**.

Налаживание правильно собранного устройства заключается в установке напряжения отключения цепи непрерывного контроля сетевого напряжения путём подборки сопротивления резистора R7 и выборе желаемой частоты повторения импульсов на выходе генератора подборкой резистора R8 и (или) конденсатора C4. Перед установкой порога включения сигнализатора снижения сетевого напряжения устройство должно быть подключено к сети не менее 1,5...2 ч. Это необходимо для полной зарядки ионистора и приведения порогового напряжения элементов микросхемы DD1 к номинальному значению. Для установки порога сигнализатор подключают к сети через ЛАТР и, установив на его выходе необходимое напряжение, перемещением движка подстроечного резистора R3 добиваются вспышек светодиода HL2. При перемещении движка подстроечного резистора R3 вниз по схеме напряжение включения сигнализатора увеличивается, а вверх — уменьшается. Так как элементы устройства находятся под напряжением сети, в процессе налаживания его лучше питать через разделительный трансформатор, а регулировку подстроечного резистора производить с помощью отвёртки с хорошо изолированной ручкой.

Ток, потребляемый сигнализатором от сети 230 В, — около 1,4 мА. При увеличении напряжения сети до 400 В (например, в случае обрыва нулевого провода трёхфазной четырёхпроводной сети) ток, потребляемый сигнализатором, возрастает приблизительно в два раза, но такой режим для устройства не опасен, так как рассеиваемая на резисторе R1 мощность не превышает 1 Вт. Сигнализатор можно использовать и для контроля напряжения 400 В между фазами трёхфазной сети, но для этого последовательно с резистором R1 следует включить дополнительный резистор сопротивлением 100 кОм и мощностью 2 Вт. Правда, монтаж устройства в том же корпусе получится довольно плотным, и дополнительный резистор необходимо будет изолировать с помощью отрезка стеклоткани.



Рис. 5

Цепь непрерывного контроля сетевого напряжения, действующую на размыкание (контакты XT3 и XT4), можно использовать для извещения об исчезновении сетевого напряжения совместно с любым устройством, например таймером, который запускается при размыкании цепи и выдаёт сигнал (с помощью мобильного телефона или другим образом), когда длительность отсутствия сетевого напряжения превышает определённое значение. Такой контроль удобно использовать на объектах с периодическим посещением, например на дачном участке, когда длительное отключение электроэнергии, вызванное, например, обрывом проводов ввода под действием ветра, может привести к размораживанию холодильника, отключению отопления или вентиляции в теплице и т. д. Однако следует помнить, что ток в цепи фототранзистора U1.2 прерывается с удвоенной частотой сети (100 Гц), поэтому в устройстве, которое использует этот сигнал, следует это учесть. Но пульсирующий сигнал может оказаться полезным в том случае, если с помощью него тактировать какое-либо устройство, или использовать этот сигнал для синхронизации работы этого устройства с моментом перехода сетевого напряжения через ноль.

Выход устройства, работающий на замыкание (контакты XT5 и XT6), можно использовать для включения звукового сигнализатора будильника аналогично устройству в [2] или включить в цепь фототранзистора звуковой излучатель со встроенным генератором. Однако следует помнить, что максимально допустимый выходной ток для оптопар АОТ101БС, согласно [4], составляет 10 мА (для АОТ101АС — 5 мА), а максимальное коммутируемое напряжение — 15 В, поэтому для коммутации цепи с большим током следует применить устройство, схема которого приведена на **рис. 6**. Это устройство питается от стороннего бесперебойного источника постоянного напряжения 9...12 В (или от гальванической батареи 6F22, "Крона") и обеспечивает звуковую и световую сигнализацию снижения или отключения сетевого напряжения. Переключатель SA1 предназначен для отключения звукового сигнала, а светодиод HL2 сигнализирует о том, что звуковой сигнал отключён. Без этого светодиода узнать о том, включён или отключён звуковой излучатель, можно только по положению движка переключателя SA1, и в нужный момент звуковой сигнал может оказаться отключённым.

Рис. 6

Рис. 7

Но схема с выключателем всё равно не является достаточно надёжной, так как не исключает человеческий фактор, поэтому лучше использовать устройство, схема которого приведена на **рис. 7**. При открывании транзисто-

ра VT1 на затвор полевого транзистора VT2 через резистор R4 поступает открывающее напряжение, в результате чего последний открывается и излучатель HA1 издаёт звуковой сигнал. Для отключения звукового сигнала необходимо нажать на кнопку SB1, при этом конденсатор C2 заряжается и полевой транзистор VT3 открывается, закрывая транзистор VT2. После отпускания кнопки SB1 транзистор VT3 поддерживается в открытом состоянии напряжением, поступающим со стока транзистора VT2 через диод VD1. Таким образом, звуковой сигнал будет отключён до того момента, пока транзистор VT1 не закроется и конденсатор C2 не разрядится. После этого устройство вернётся в исходное состояние, и при следующем его включении снова прозвучит звуковой сигнал.

Конденсатор C2 разряжается через резистор R6 сравнительно медленно, поэтому за время нахождения транзистора VT1 в закрытом состоянии (в том случае, если на выходе сигнализатора присутствует прерывистый сигнал, свидетельствующий о снижении сетевого напряжения) конденсатор C2 не успевает разрядиться и звуковой сигнал остаётся отключённым до момента возвращения сетевого напряжения к нормальному значению. Светодиод HL1 будет включён вне зависимости от состояния триггера на транзисторах VT2, VT3, сигнализируя о срабатывании устройства.

В устройствах, изготовленных в соответствии со схемами на рис. 6 и рис. 7, можно использовать любые подходящие по типу и структуре транзисторы, не превышая предельных для них режимов. Звукоизлучатель со встроенным генератором — любой с номинальным напряжением питания 9...12 В. Применив на месте VT1 мощный полевой переключательный транзистор с индуцированным каналом p-типа (например, IRF9530), а на месте VT2 — такой же транзистор n-типа (например, IRF630), совместно с устройством можно использовать мощный звуковой излучатель, например, пьезосирену с потребляемым током до 1 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алёшин П.** Сигнализатор отключения напряжения сети. — Радио, 2002, № 5, с. 52.
2. **Сергеев А.** СОС — сигнализатор отключения сети. — Радио, 2003, № 10, с. 43.
3. **Мороз К.** Сигнализатор отключения сетевого напряжения. — Радио, 2016, № 2, с. 39.
4. **Иванов В. И.** и др. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы. Справочник. — М.: Энергоатомиздат, 1989, с. 383.

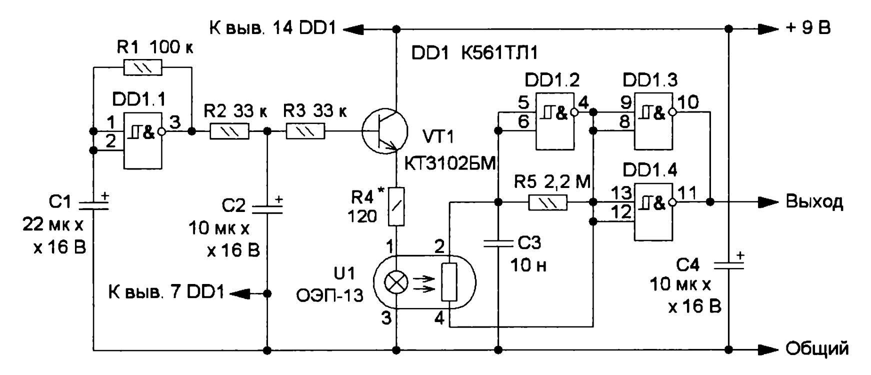
От редакции. Чертежи печатных плат в формате Sprint LayOut имеются по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/signal.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Генератор прямоугольных импульсов с качающейся частотой

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

В радиолюбительской практике может найти применение несложный генератор качающейся частоты, собранный по схеме, показанной на **рисунке**. На элементе DD1.1 собран генератор частоты качания, на элементе DD1.2 — управляемый RC-генератор, элементы DD1.3 и DD1.4 соединены параллельно для повышения нагрузочной способности генератора.

Устройство работает следующим образом. Низкочастотные прямоугольные импульсы с выхода элемента DD1.1 поступают на интегрирующую цепь R2C2. На конденсаторе C2 формируются импульсы, по форме близкие к треугольным, которые поступают на усилитель постоянного тока — эмиттерный повторитель на транзисторе VT1. В этом случае яркость свечения лампы накаливания оптопары U1.1 пропорциональна напряжению на конденсаторе C2. Сопротивление фоторезистора этой оптопары под воздействием света лампы накаливания изменяется в широких пределах — от десятков МОм (темновое сопротивление) до единиц кОм. Фоторезистор подключён параллельно резистору R5 и входит в разрядно-зарядную цепь конденсатора C3. При изменении сопротивления этой цепи изменяется частота генератора на элементе DD1.2. При указанных на схеме номиналах частота качания равна 1 Гц, частота выходного сигнала изменяется от 40 Гц до 80,5 кГц, т. е. более 2000 раз. Изменить частоту качания можно подборкой конденсатора C1 и сопротивления резистора R1. При этом, возможно, придётся подобрать параметры интегрирующей цепи. Суммарное сопротивление резисторов R2 и R3 для обеспечения необходимого тока базы транзистора VT1 не должно превышать 100 кОм.



Налаживание устройства заключается в подборке резистора R4 так, чтобы амплитуда тока через лампу оптопары не превышала 16 мА (предельно допустимый входной ток оптопары равен 20 мА), и укладке необходимого диапазона качания частоты. Для этого резистор R4 временно заменяют подстроечным резистором сопротивлением 1 кОм в реостатном включении, установив движок в положение максимального сопротивления. Установив на выходе элемента DD1.1 высокий логический уровень, закоротив конденсатор C1, уменьшением сопротивления подстроечного резистора устанавливают ток лампы оптопары — 15 мА. После получасовой тренировки лампы корректируют положение движка подстроечного резистора, установив ток через неё — 16 мА. Измерив полученное сопротивление подстроечного резистора, заменяют его постоянным. При отсутствии требуемого номинала резистор R4 составляют из двух последовательно или параллельно включённых, после чего измеряют верхнюю частоту генератора.

Нижнюю частоту генератора измеряют, замкнув конденсатор C2. При этом транзистор VT1 закрывается, и лампа оптопары не светит. Сняв перемычки на конденсаторах C1 и C2, убеждаются в наличии колебаний изменяющейся частоты.

Если столь широкий диапазон перестройки частоты не требуется, то его можно уменьшить. Снизу — уменьшением сопротивления резистора R5, а сверху — увеличением сопротивления резистора R4, снижая яркость свечения лампы оптопары. Сместить диапазон перестройки частоты можно подборкой конденсатора C3.

В устройстве можно применить любые постоянные и подстроечный резисторы общего применения, резисторная оптопара может быть любой из ОЭП-9— ОЭП-13. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, конденсатор C3 — плёночный или керамический. Транзистор — любой маломощный среднечастотный или низкочастотный кремниевый структуры n-p-n с коэффициентом передачи тока базы не менее 200. Микросхему КР561ТЛ1 можно заменить импортным аналогом — микросхемой HEF4093BP.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Электронный коммутатор зажигания для "Муравья"

В. САЗЫКИН, пос. Усть-Качка Пермского края

Многолетняя эксплуатация мотороллера "Муравей", выпускавшегося на Тульском машиностроительном заводе во второй половине прошлого века, показала, что применённая на нём классическая контактная система зажигания недостаточно надёжна. Подгорание контактов механического прерывателя и малейший износ подшипников коленвала приводят к сбоям искрообразования. Чтобы продлить эксплуатацию мотороллера, автор разработал для него электронный коммутатор зажигания с датчиком Холла.

Кроме устранения характерных недостатков, присущих классической системе зажигания, разработанное устройство обеспечивает увеличенную мощность и длительность искры, малый потребляемый ток при заглушенном двигателе, визуальный контроль угла опережения зажигания и возможность его регулировки на работающем двигателе. С небольшими конструктивными изменениями предлагаемое устройство в течение трёх лет эксплуатировалось на автомобиле ВАЗ-2106 вместо штатного коммутатора зажигания.

Коммутатор представляет собой компактный блок, устанавливаемый на вентиляционной решётке двигателя. Он соединяется с аккумуляторной батареей и катушкой зажигания всего двумя проводами.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В . . . . .6...24
Средний потребляемый ток
при напряжении питания
12 В, А, не более:
при заглушенном двигателе 0,04
при работающем двигателе 3
Длительность искры, мс* . . . . .1,2...1,4

*) *Измерена осциллографом С1-112 по методике, предложенной в статье* ***П. Гацанюка*** *"Усовершенствованная электронная система зажигания" в сборнике "В помощь радиолюбителю", вып. 101 (М.: Изд. ДОСААФ, 1988, с. 52—62).*

Использована катушка зажигания Б-115, амплитуда импульсов тока в первичной обмотке которой во время работы двигателя достигает 6,5 А, что в полтора раза больше номинального для этой катушки значения. Поскольку мощность искры находится в квадратичной зависимости от тока первичной обмотки катушки, она более чем в два раза больше, чем в классической системе зажигания. Чрезмерного повышения температуры корпуса катушки не наблюдается, поскольку длительность импульсов тока в её первичной обмотке ограничена схемным решением.

Рис. 1

При напряжении питания 24 В коммутатор был испытан в течение часа при частоте искрообразования 15...50 Гц. Перегрузки и перегрева элементов устройства не обнаружено.

Схема коммутатора изображена на **рис. 1**. Стабилитроны VD1—VD3 обеспечивают защиту его элементов от случайных перенапряжений. Применён интегральный биполярный датчик Холла TLE4935G (BH1) с встроенным триггером Шмитта и выходным транзистором с открытым коллектором. При вращении коленвала двигателя при каждом его обороте на датчик поочерёдно воздействуют три небольших цилиндрических магнита. Один из них обращён к датчику южным полюсом, а два других — северным. Магниты запрессованы в пластмассовую втулку, закреплённую на роторе династартёра.

При подаче напряжения бортсети с вывода ВК-Б катушки зажигания на коммутатор триггер Шмитта датчика находится в состоянии с открытым транзистором. Поэтому светодиод HL1 включён, а конденсатор C2 разряжен. Транзистор VT1 благодаря резистору R5 закрыт, следовательно, транзистор VT2 открыт, а транзистор VT3 закрыт. Ток через включённую в цепь коллектора транзистора VT3 первичную обмотку катушки зажигания не течёт.

Если коленчатый вал двигателя вращается, то в момент, когда магнит, обращённый южным полюсом к датчику BH1, проходит над последним, состояние триггера Шмитта датчика изменяется, его выходной транзистор закрывается. Конденсатор C2 начинает заряжаться через резисторы R1 и R5. Созданный зарядным током импульс напряжения на резисторе R5 открывает транзистор VT1 и, следовательно, транзистор VT3. Благодаря этому в первичной обмотке катушки зажигания начинает нарастать ток, что приводит к накоплению энергии в её магнитном поле.

При дальнейшем вращении коленвала его поршень приближается к верхней мёртвой точке (ВМТ), вблизи которой и должно происходить зажигание горючей смеси в цилиндре. В расчётный момент зажигания вблизи датчика BH1 проходит магнит, обращённый к нему северным полюсом. Это переводит внутренний триггер Шмитта датчика в исходное состояние и открывает его выходной транзистор. Транзистор VT1 закрывается приложенным к его промежутку затвор—исток в отрицательной полярности напряжением заряженного конденсатора C2. Поэтому открывается транзистор VT2, а транзистор VT3 закрывается. Ток в первичной обмотке катушки зажигания резко обрывается, наводя в её вторичной обмотке высоковольтный импульс. Накопленная в магнитопроводе энергия рассеивается в виде искры в свече зажигания двигателя.

При недостаточно высокой частоте вращения коленвала длительность протекания тока в первичной обмотке катушки зажигания ограничена постоянной времени цепи R1C2R5. Эта постоянная выбрана такой, что устойчивое искрообразование обеспечено во всём рабочем интервале изменения частоты вращения коленвала.

Элементы коммутатора смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы и схема расположения элементов на ней показаны на **рис. 2**. С помощью трёх латунных втулок высотой 6 мм и потайных винтов М3 плата закреплена на алюминиевом диске (**рис. 3**), служащем теплоотводом для транзистора VT3 и общим проводом коммутатора. Для надёжности гайки этих винтов припаяны к фольге платы в районе имеющихся на ней крепёжных отверстий.

В зазоре между платой и диском-теплоотводом находятся транзистор VT3 и светодиод HL1 (**рис. 4**). Транзистор закреплён на диске через изолирующую прокладку потайным винтом M2,5, вставленным в отверстие соответствующего диаметра. Теплоотводящая поверхность транзистора и место его установки смазаны теплопроводной пастой СИ-180 или аналогичной. Отверстие диаметром 5 мм в теплоотводе

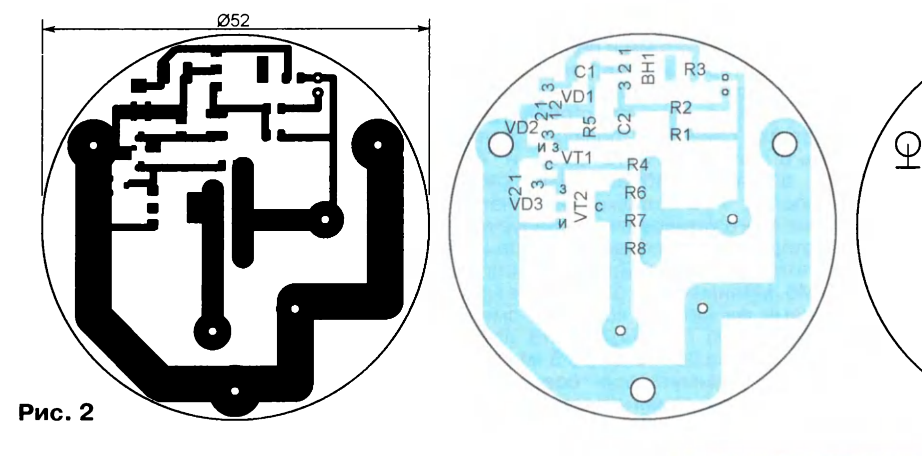


Рис. 2

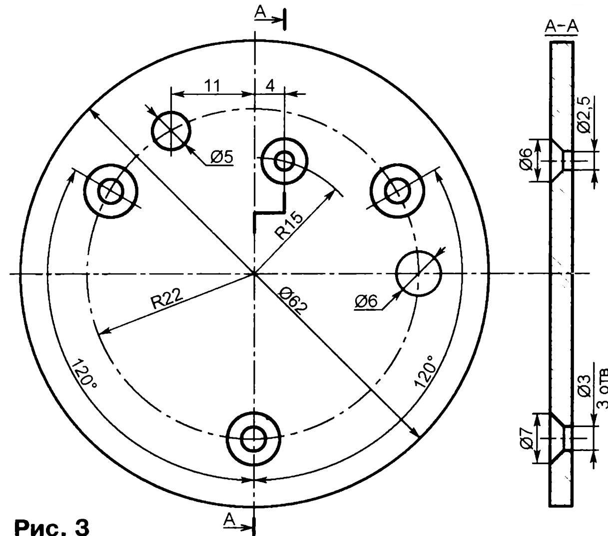


Рис. 3



Рис. 4

предназначено для наблюдения за светодиодом в процессе налаживания и эксплуатации системы зажигания. Провода, идущие к катушке зажигания, проходят через отверстие диаметром 6 мм в теплоотводе, причём провод от безымянного вывода катушки припаян непосредственно к выводу коллектора транзистора VT3.

С помощью болтов М6 и немного изогнутых "кузовных" шайб описанная сборка закреплена, как показано на **рис. 5**, в предназначенной для крепления магнето проточке вентиляционной решётки двигателя, в приливах которой имеются отверстия с резьбой М6.

По моему мнению, при использовании катушки Б115 без добавочного резистора (вариатора) транзистор КТ892А2 — наиболее подходящий вариант для работы в качестве VT3. Если применить катушку Б115 с вариатором или Б117, то можно использовать транзисторы КТ890А2 или BU931P. При таких заменах необходимо предварительно проверить с помощью эквивалента катушки зажигания напряжение насыщения транзистора. Оно должно быть не более 1,8 В. В противном случае следует уменьшить сопротивление резисторов R6—R8 или подобрать другой транзистор.

Вместо полевых транзисторов IRFL110 и IRFL024 можно применить полевые транзисторы КП501А и КП505А. Датчик TLE4935G имеет аналог TLE4935L в другом корпусе. Для его использования придётся немного изменить печатную плату.

Датчиком Холла управляют цилиндрические неодимовые магниты диаметром 2 мм и длиной 15 мм. Они запрессованы во втулку из полипропилена, выточенную, согласно **рис. 6**, из муфты для соединения пластиковых труб, и зафиксированы там клеем или проплавлением материала втулки.

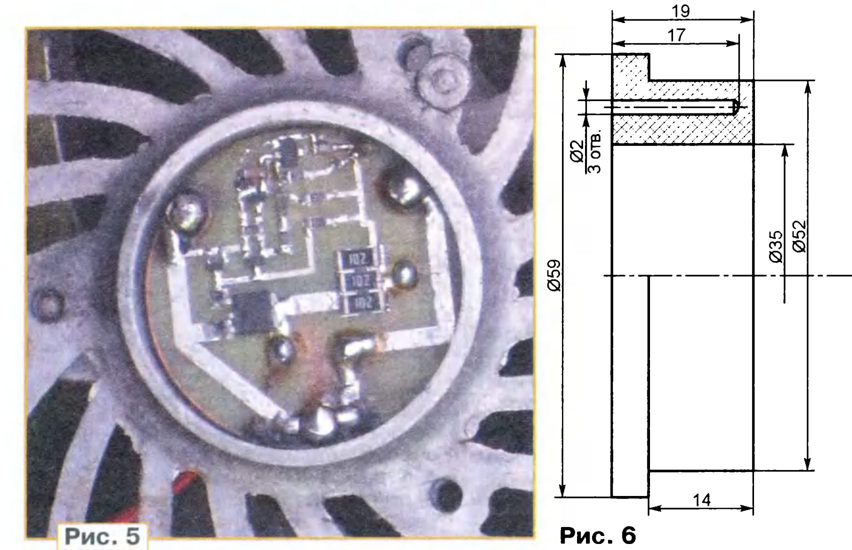


Рис. 5

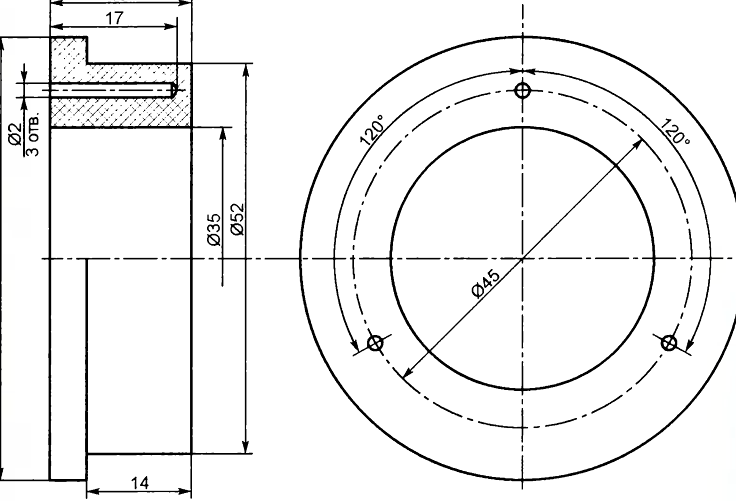


Рис. 6

При невозможности выполнения токарных работ вместо описанной втулки можно использовать текстолитовый диск, установив магниты в просверленные в нём отверстия и залив их эпоксидным компаундом. Диск должен быть большего диаметра, чем втулка, и рассчитан на установку под кольцевую шайбу крыльчатки вентилятора.

Перед установкой магнитов необходимо определить их полярность. Проще всего это сделать, используя собранный коммутатор. Магнит, поднесённый южным полюсом к датчику Холла, выключит светодиод HL1, а северным — включит его. Вставить магниты во втулку или диск нужно так, чтобы два из них были обращены к датчику северными полюсами, а один — южным полюсом.

При такой установке транзистор VT3 будет закрыт в течение 2/3 каждого оборота коленвала и открыт в течение оставшейся трети. Один из магнитов с обращённым к датчику северным полюсом на правильность работы коммутатора не влияет. Он нужен лишь для механической балансировки вращающейся втулки (диска).

Можно использовать всего два магнита с разной полярностью по отношению к датчику Холла, расположив их диаметрально противоположно. Но при этом ток, потребляемый коммутатором, увеличится приблизительно в полтора раза.

Перед установкой втулки с магнитами на вал поршень двигателя необходимо установить в положение, не доходящее до ВМТ на 3,5 мм и снять крыльчатку вентилятора. Далее втулку с магнитами установите в центральное отверстие династартёра. Магниты с обращённым к датчику северным полюсом должны быть в положениях "12 часов" и "4 часа", а магнит, обращённый южным полюсом, — в положении "8 часов". После этого установите на корпус династартёра крыльчатку вентилятора и закрепите её кольцевой шайбой и болтами М6. Минимальное расстояние между торцами магнитов и корпусом смонтированного на печатной плате датчика Холла должно быть около 0,5 мм.

Плату коммутатора соедините с катушкой зажигания двумя проводами сечением 1,5 мм^2, желательно красного и чёрного цветов. Красный провод соедините с контактной площадкой ВК-Б платы с одной стороны, а с другой стороны — с выводом ВК-Б катушки зажигания Б115, т. е. с плюсовым выводом аккумуляторной батареи. Чёрным проводом соедините коллектор транзистора VT3 с безымянным выводом катушки зажигания, который ранее был соединён с механическим прерывателем зажигания. Соединение общего провода коммутатора с минусовым выводом аккумуляторной батарей обеспечивается через диск теплоотвода и крепящие его болты.

Налаживая коммутатор, ориентируйтесь на состояние светодиода HL1. В момент приближения поршня к ВМТ на расстояние 3,5 мм должен включаться светодиод HL1 и одновременно в свече зажигания проскакивать искра. Добейтесь этого, ослабив крепление диска-теплоотвода к решётке радиатора и поворачивая его вокруг продольной оси вместе с печатной платой коммутатора.

При включении зажигания светодиод должен включиться. Проворачивая коленвал, определите моменты его выключения, а затем включения, сопровождаемого искрой. Угол поворота вала между этими положениями должен быть равен 120 градусам. В момент зажигания светодиода определите фактическое положение поршня относительно ВМТ. Если оно не совпадает с требуемым, устраните ошибку поворотом диска-теплоотвода относительно решётки вентилятора.

Необходимо учитывать, что при частоте вращения коленвала менее 40 оборотов в минуту искр в свече либо не будет совсем, либо моменты их появления не будут совпадать с моментами включения светодиода. Это связано с особенностями работы цепи R1C2R5. Окончательно установите угол опережения зажигания на работающем двигателе на слух или с помощью стробоскопа.

От редакции. По адресу http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/ant.zip имеется файл печатной платы коммутатора в формате Sprint Layout 6.0.

Велосипедная светодиодная фара

А. ИВАНОВ, г. Петрозаводск

Несколько лет назад возникла необходимость в специализированном светодиодном фонаре для велосипеда — велофаре. Изучив рынок велофар и протестировав несколько из них, я пришёл к неутешительному выводу, что эффективность доступных решений невысока, а про надёжность даже упоминать не стоит. Поэтому встала задача создания альтернативной конструкции, в которой будут устранены все указанные недостатки и повышена её надёжность.

В приобретённой велофаре китайского производства светодиод запитан максимальным током от понижающего импульсного стабилизатора напряжения, а регулировка яркости осуществлялась с помощью ШИ-модуляции в силовой цепи. Недостатками этого устройства были невысокий КПД (не более 80 %) и визуально заметное раздражающее мерцание светодиода при ШИ-модуляции.

Было решено использовать, как и в оригинале, распространённый светодиод CREE XML T6, поскольку при прямом напряжении 2,9...3 В, токе до 3 А и эффективном теплоотводе этот светодиод показывал очень хорошие результаты как по световому потоку, так и по надёжности эксплуатации. Вопрос с мерцанием от ШИ-модуляции также был актуален, поскольку знакомые автолюбители жаловались, что велосипедисты с велофарами, едущие навстречу, мало того, что слепят ярким светом, так ещё фара зачастую заметно мерцает, нагружая и без того уставшие глаза.

Поэтому при разработке схемы учитывались следующие условия: высокая эффективность преобразования напряжения с регулировкой по постоянному току вместо ШИ-модуляции и общая простота решения. Схема такого устройства показана на **рис. 1**. В качестве преобразователя был выбран высокоэффективный синхронный понижающий стабилизатор серии NCP3170 (DA1). Включение микросхемы — стандартное. Она показала очень высокие результаты на стендовых испытаниях, поэтому выбор пал именно на неё. Для

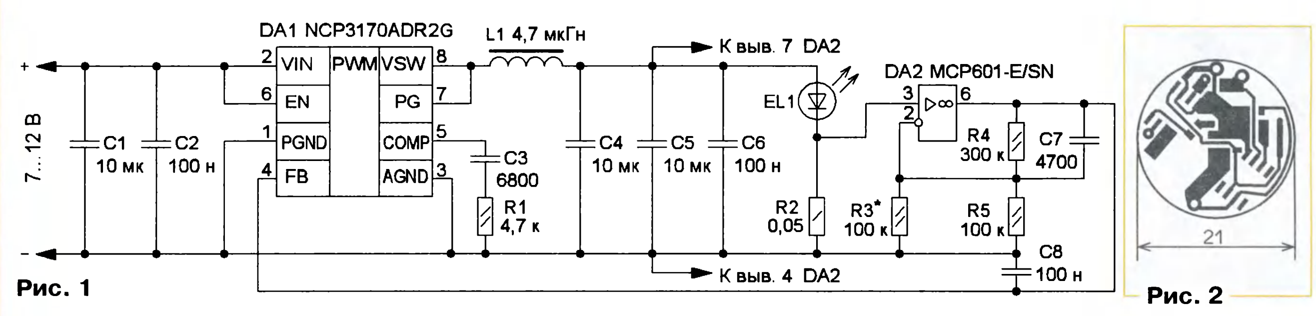


Рис. 1

Рис. 2

использования этого преобразователя в режиме стабилизации тока последовательно с нагрузкой установлен датчик тока — низкоомный резистор R2, падение напряжения на котором является управляющим сигналом. Для усиления этого сигнала был применён ОУ DA2 в неинвертирующем включении, увеличивающий величину управляющего напряжения до значения, необходимого для нормальной работы входа управления FB микросхемы DA1. Поэтому стало возможным, изменяя коэффициент усиления ОУ с помощью резистора R3, управлять током, протекающим через светодиод HL1. Резистор R5 необходим, чтобы при обрыве или очень высоком сопротивлении резистора R2 не вышел из строя светодиод от чрезмерного протекающего тока. При указанных номиналах ток через светодиод HL1 при изменении сопротивления резистора R3 от 0 до 100 кОм пропорционально меняется от 0 до 2 А.

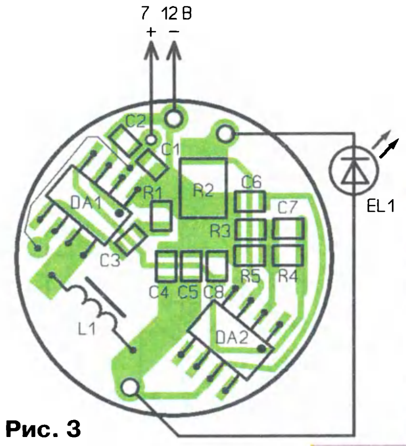


Рис. 3

При испытании был получен КПД преобразователя около 92 %. Нагрев элементов, кроме светодиода, практически отсутствует, поэтому печатная плата может быть простой и односторонней. Светодиод размещён на специальной алюминиевой плате, установленной на теплоотводе достаточной площади через любую доступную теплопроводящую прокладку.

Микросхему NCP3170 можно заменить на любую другую (понижающий преобразователь напряжения), имеющую вход обратной связи. Предпочтение следует отдавать синхронным преобразователям, как наиболее эффективным с точки зрения КПД. ОУ MCP601 может быть заменён любым другим структуры "rail-to-rail" ОУ с минимальным напряжением питания 2 В. Сопротивление резистора R2 может варьироваться от 27 до 50 мОм включительно, но следует отметить, что меньший номинал обеспечит лучшую эффективность за счёт меньшего падения напряжения в цепи нагрузки при больших токах. Такой резистор можно составить из нескольких параллельно соединённых большего номинала или выпаять резистор требуемого сопротивления из узла управления и зарядки старого аккумулятора от ноутбука. Нужный номинал встречается и на самих платах старых ноутбуков. Остальные резисторы — типоразмера 0805. Конденсаторы применены керамические типоразмера 0805, при отсутствии нужного номинала можно соединить требуемое число конденсаторов параллельно. Дроссель L1 должен быть рассчитан на ток не менее 2...3 А. При самостоятельной разработке печатной платы следует обратить внимание на расположение силовых полигонов для микросхемы NCP3170, приведённое в справочных данных на эту микросхему. Силовые дорожки должны быть как можно шире и короче, чтобы избежать ненужных потерь.

Если заменить резистор R3 фоторезистором с большим темновым сопротивлением (например, фоторезистором 5516), поместив его в небольшую трубку и сориентировав соосно световому потоку велофары, можно решить проблему ослепления водителей встречного автотранспорта. Свет фар автомобиля, вызывая засветку фоторезистора, автоматически понизит коэффициент усиления ОУ, и ток в цепи светодиода снизится, уменьшив яркость велофары.

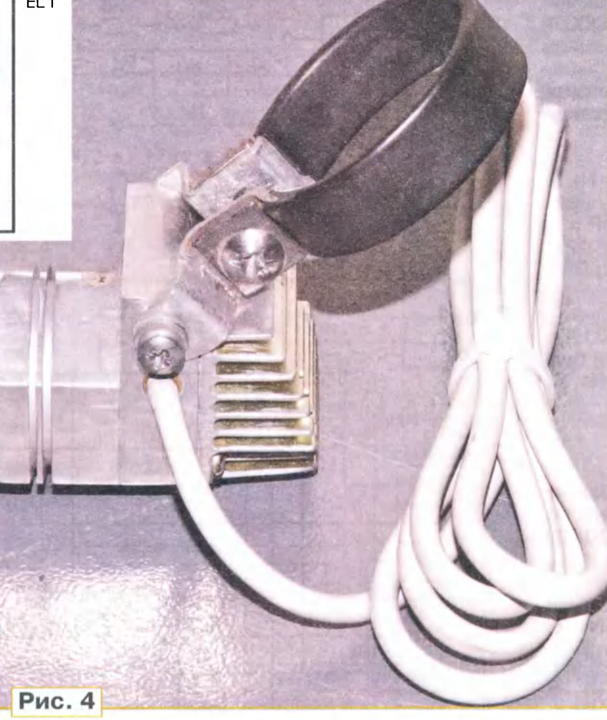


Рис. 4

Когда засветка от фар автомобиля исчезнет, фоторезистор вновь увеличит сопротивление и ток через светодиод возрастёт — яркость велофары нормализуется. Если этот фоторезистор сориентировать вверх и (или) убрать из трубки, можно получить привязку яркости фары к внешней освещённости — чем светлее на улице, тем меньше яркость фары, и наоборот. В одном из авторских вариантов велофары применён именно этот способ регулировки. Ну и, наконец, заменив резистор R3 переменным резистором, можно получить плавную регулировку яркости велофары или любого светодиодного фонаря с таким узлом управления.

Вход разрешения работы преобразователя EN микросхемы DA1 можно отключить от линии питания и управлять с его помощью включением—выключением преобразователя, подключая этот вывод на плюс или минус источника питания. В этом случае вход EN можно "подтянуть" на общий провод через резистор сопротивлением 100...470 кОм, а между этим входом и плюсовой линией питания установить слаботочный выключатель. Положительный момент в таком управлении в том, что отпадает необходимость коммутации силовых цепей. Если подать на вход EN сигнал с какого-либо управляющего устройства, можно получить импульсный режим работы фары, например, формирование сигнала SOS в коде Морзе, и т. д.

Печатная плата устройства изготовлена из одностороннего стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Круглая форма платы и её малый размер обусловлены особенностями корпуса и оптической системы с коллиматором, имевшимся в распоряжении автора. Схема размещения элементов на плате показана на **рис. 3**. Велофара в сборе представляет собой неразборную конструкцию, заполненную изнутри термопроводящим клеем "Радиал". Так был достигнут эффективный отвод тепла на корпус фонаря с ребристым теплоотводом в задней части и побочно получена полная влагозащита. Дальнейшее развитие конструкции было поэтапным, и в одном из вариантов выразилось как раз в добавлении фоторезистора взамен резистора R3 в переднюю часть велофары для более эффективного регулирования яркости и экономии энергии источника питания.

Фото готового экземпляра велофары показано на **рис. 4**. Её с помощью хомута крепят на выносе руля — детали велосипеда, которая соединяет руль с вертикальным рулевым штырём или штоком вилки. Ещё его называют рулевым кронштейном. При таком креплении фара не загромождает руль и не мешает управлению. Единственная имеющаяся степень свободы поворота велофары — в вертикальной плоскости, что позволяет выбрать нужное расстояние освещения дороги, что очень удобно и практично. Авторский вариант велофары работает всесезонно с 2013 г. по сей день без замены светодиода и видимой его деградации.

__От редакции__. Чертёж печатной платы и схема размещения элементов в формате bmp имеются по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/fara.zip__ на нашем FTP-сервере.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

АЛЕКСЕЕВ С. Квазисенсорные переключатели на микросхемах. — Радио, 1984, № 3, с. 26—29.

<u>*На вопросы читателя отвечает автор.*</u>

Меня заинтересовал переключатель, изображённый на рис. 6 в статье, с двумя шифраторами К155ИВ1. Но почему-то нормально работать переключатель отказался: информация на светодиодах, подключённых к выходам дешифратора DD5, не соответствовала нажимаемым кнопкам, хотя все микросхемы были исправны. В чём может быть причина отказа?

Переключатель по исходной схеме нормально бы работал при отсутствии дребезга контактов при их размыкании. Идея правильного решения описана в статье **С. Алексеева** "Применение микросхем серии К555" ("Радио", 1988, № 5, с. 36—38). Вход цепи подавления дребезга (левый по схеме вывод резистора R14 и вывод 6 логического элемента 2ИЛИ-НЕ DD3.1), приведённой на рис. 16 в этой статье, вместо коллектора транзистора VT1 следует подключить к выходу элемента 2И-НЕ DD3.1 исходной схемы.

Правильно ли указана нумерация выводов выходов P и G микросхемы К155ИВ1?

В журнале "Радио", 1984, № 3, с. 26—29 на рис. 6 действительно перепутаны номера выводов выходов P и G микросхемы К155ИВ1. Выход P у микросхемы — это вывод 15, а выход G — вывод 14.

ГЛИБИН С. Микросхема LM317 в ЗУ для аккумуляторной батареи шуруповёрта. — Радио, 2019, № 8, с. 30, 31.

Печатные платы.

Файлы печатных плат в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/08/lm317.zip** на нашем сервере.

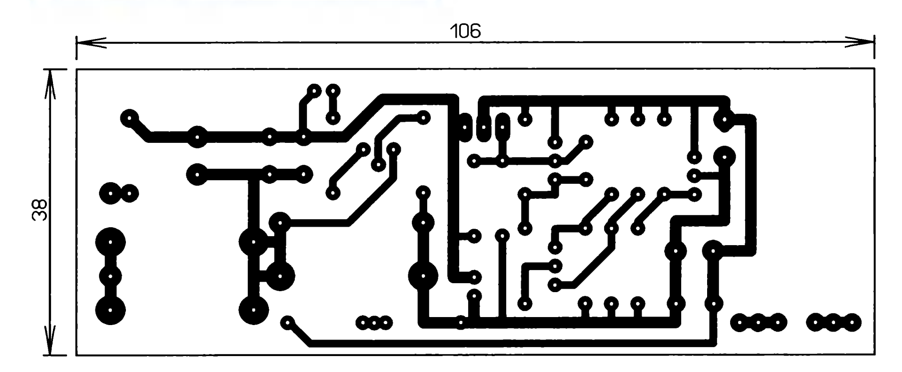
БУТОВ А. USB-разъём в старом телевизоре. — Радио, 2019, № 7, с. 24, 25.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов, кроме трансформатора T501, USB-разъёма XS1, конденсатора C12 и резистора R13, приведены на **рис. 1**.

Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Стабилитроны VD4—VD6 — выводные, например, из серии 1N46xx. Их типы указаны автором в статье. Оксидные конденсаторы — импортные аналоги К50-35. Вместо четырёх конденсаторов C7—C10 устанавливают один (на рис. 1 позиция C7) ёмкостью 1000...1500 мкФ, как рекомендовано в статье. Конденсаторы C1, C2, C5, C6, C11 — керамические, например К10-17б, или импортные.

***От редакции.** Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/usb_tv.zip** на нашем сервере.*



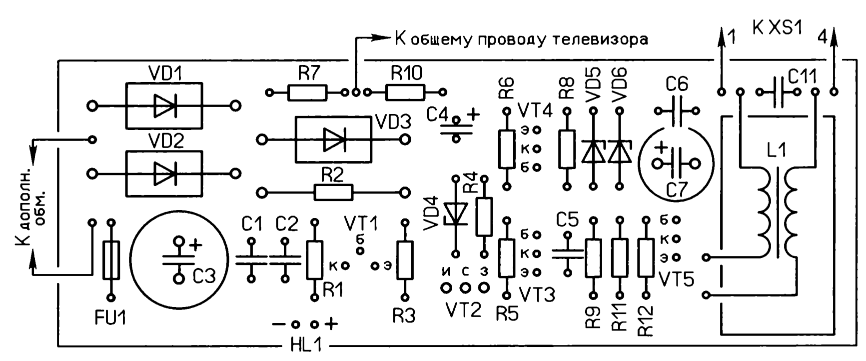


Рис. 1

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

МАМИЧЕВ Д. Разработка эффектов для светодиодного куба без программирования. — Радио, 2019, № 9, с. 61—63.

*Для программы, выложенной на сайте, схема подключения куба 6×6×6 вместо приведённой на рис. 5 в статье показана здесь на **рис. 2**.*

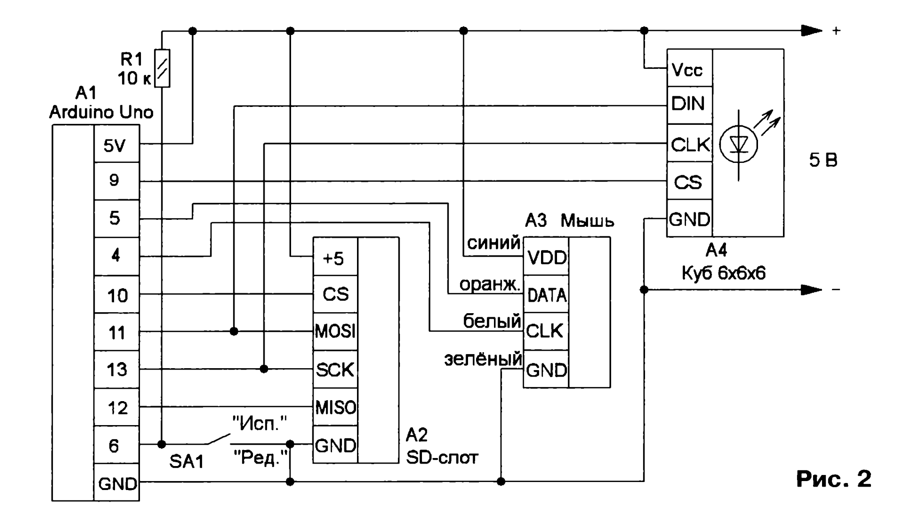


Рис. 2

КАРПАЧЕВ А. Усовершенствование модуля управления стиральной машиной. — Радио, 2019, № 9, с. 25—27.

На рис. 2 в статье неверно указана полярность включения излучающих диодов оптронов 1U1—1U4. Её необходимо поменять на противоположную. Выводы 1 (аноды) излучающих диодов соединяют с общим проводом, выводы 2 (катоды) — с соответствующими токоограничивающими резисторами R12—R18.

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
о связи

09RA — первый наставник Э. Т. Кренкеля

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008), а также по радиолюбительским журналам разных лет.

Вениамин Дмитриевич Юрков проживал в Москве (ул. Воздвиженка, 7-20). В середине 1926 г. он получил наблюдательский позывной RK-5, а в конце года — индивидуальный позывной 09RA (мощность — до 10 Вт, длина волны — 34 м и ограничение на работу в эфире по времени) [1].

Примечание. Судя по построению позывных сигналов первых наших "нелегальных" коротковолновиков, он мог быть активным в эфире в 1925—1926 гг. позывным R1JW (в качестве суффикса применил первые буквы своей фамилии и своего имени, по аналогии с R1FL — см. [2]).



SKW QRA Moscow — V. D. Jurkov USSR

To radio Working / Calling ... Your sigs fone hrd / crd rcd ... at ... GMT on ... 192

QRK R ... M ... QRH ... m QSB ...

QSSS ... QSS ... QRM ... QRN ... QRB ... km

RECEIVER — ОДР — TRANSMITTER

V ... Circuit Schnell ... w

Aerial ... mA

WX ...

DX rcd ... Aerial ... Cpse

QRH ... m Dx transm

Tests at ... DX QSO

Remarks

QRK ... ?

Pse 1ks QLS crd via SKW

Best 73's es DX OM!

Op. ...

EU-09RA

· EU, AS, AG QSL - QRA: Moscow, USSR - SKW

Мосгублит № 43,410 Тип. „Рабочий Ленинец". Москва, Б. Вузовский, 1 Тираж 10.000 экз.

QSL-карточка 09RA.

В своей книге [3] Э. Т. Кренкель, упоминая 1926 г., на с. 75 пишет: "И вот я познакомился с одним таким коротковолновиком по фамилии Юрков. Этот восьмой по счёту радиолюбитель-коротковолновик жил в доме напротив военного универмага на Воздвиженке ...".

Примечание. Эрнст Теодорович допустил неточность, поскольку В. Юрков был девятым по счёту коротковолновиком, т. е. 09RA. Позывной 08RA принадлежал ленинградцу Гилярову Павлу Александровичу (позже: 82RW, eu3AB).

Своего индивидуального позывного Э. Т. Кренкель тогда ещё не имел и, видимо, поэтому считал В. Юркова своим первым наставником. А разыскал его, очевидно, по фотографии его дома с антенной, которую он мог увидеть в журнале "Радио Всем" [4].

С 1928 г. он становится как eu2AE, но дальнейшая его радиолюбительская биография автору неизвестна...



Фотоколлаж [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Список любительских передатчиков, разрешённых НКПиТ. — Радиолюбитель, 1927, № 1, с. 34.

2. **Члиянц Г.** R1FL — наш первый "нелегал". — Радио, 2019, № 9, с. 53—56.

3. **Кренкель Э. Т.** RAEM — мои позывные. — М.: Издательско-полиграфическое предприятие ООО "Бумажник", 2015, 286 с.

4. **Юрков В. Д.** Коротковолновый передатчик "09RA". — Радио Всем, 1927, № 8, с. 182—184.

Любительская радиостанция Симферопольского колледжа радиоэлектроники

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

В 2019 г. Симферопольский колледж радиоэлектроники (СКР) отмечает юбилей — 55-ю годовщину своего создания. До 2014 г., когда Крым ещё не входил в состав Российской Федерации, это учебное заведение носило название Симферопольский техникум радиоэлектроники. Крымский областной радиоклуб ДОСААФ имел тесные контакты с этим учебным заведением, оказывая различную помощь. Некоторое время в техникуме преподавал старший инженер радиоклуба Василенко





Фото 1

Андрей Андреевич — участник боевых действий в Великой Отечественной войне. После ухода из жизни активиста Крымского радиоклуба Бориса Норштейна (UB5SN), ликвидатора аварии на Чернобыльской АЭС, его сестра Вера передала безвозмездно в техникум всю его техническую литературу (книги, каталоги, справочники, журналы) и различную измерительную технику. По её инициативе в 2001 г. была учреждена денежная премия (из средств семьи), которая вручалась 26 апреля (дата аварии в Чернобыле) лучшему студенту выпуска этого колледжа.

По данным конца семидесятых годов, в Крыму было зарегистрировано около трёх десятков молодёжных радиостанций. Многие школьники могли приобщаться к радиолюбительству на радиостанциях СЮТ, Артека, Домов пионеров и школ в различных городах Крыма. Практически в каждом районе области имелись коллективные радиостанции для детей. Вопросам занятий молодёжи Крыма уделялось повышенное внимание. Во многих школьных учреждениях начальники коллективных радиостанций работали не только на общественной основе, но и находились на штатных должностях преподавателей и руководителей радиокружков. После 90-х годов число молодёжных радиостанций в Крыму резко сократилось. Были закрыты радиостанции во Дворце пионеров в Симферополе, многих районах Крыма. Закрылась даже радиостанция в Артеке (пос. Гурзуф).

На фоне такого положения с молодёжными радиостанциями в Крыму 14 июля 2017 г. в СКР начала работать радиостанция коллективного пользования с позывным сигналом R7KBR (**фото 1**). Радиостанция создана в целях активизации и развития среди студентов СКР технического творчества, получения практических навыков проведения радиосвязей, приобретения студентами дополнительных расширенных и более глубоких знаний по курсам приёмопередающих и антенно-фидерных устройств. Радиостанция появилась благодаря инициативе и активным действиям коллектива радиолюбителей



Фото 2

СКР Ильи Ковалёва (R7KAY), Дмитрия Марченко (R7KBN), Андрея Дровикова (UB7KBL), Антона Куценко (R7KBI), Александра Мальфанова (R7KBK), Александра Галущинского (R7KBG), Сергея Херхеулидзе (ex UU5JKA), выпускника СКР Николая Бирюкова (R7KBM). Большое содействие и техническую помощь в организации радиостанции оказали Анатолий Залатов (R6KZ) и члены клуба "Аян" (R7KZA). На встрече с руководством СКР (директор колледжа — Касперова Ольга Фёдоровна) удалось отметить важность открытия любительской радиостанции и вовлечения в работу студентов колледжа. Администрация выделила необходимые помещения. Были смонтированы и установлены наружные антенны для проведения радиосвязей. На радиостанции для радиооператоров создано несколько рабочих мест. Для радиосвязей используются КВ-трансивер Icom-721, радиоприёмник Р-399 с трансивезированной приставкой, носимый КВ-трансивер VX-1210, двухдиапазонная УКВ-радиостанция FT-5200 и др. (**фото 2**). В помещении радиостанции имеются плакаты по радиолюбительской тематике и необходимая справочная документация. Организованная радиостанция R7KBR и её деятельность станет в СКР логическим продолжением кружковой работы и внеурочных занятий со студентами.

Члены команды радиостанции участвуют в различных спортивных состязаниях, в том числе выездных. Так, на открытых соревнованиях на УКВ в Севастополе осенью 2018 г. члены команды R7KBR завоевали первое место и награждены дипломом. Им также был вручён диплом "Севастополь — город-герой".

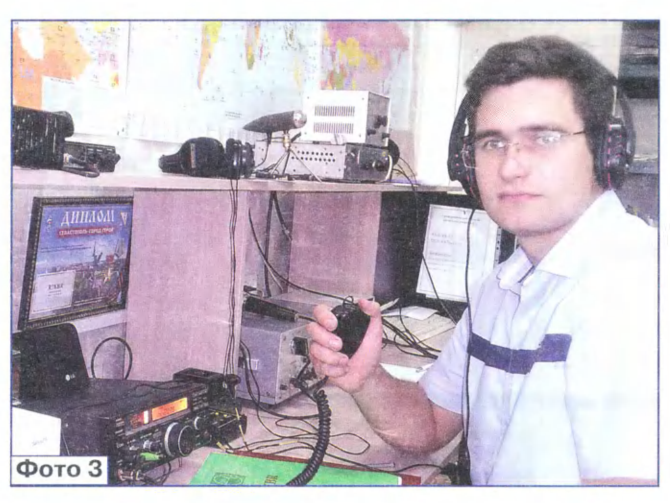


Фото 3

Так как в Крыму в региональном отделении СРР нет курсов по изучению кода Морзе, то в планах коллектива радиолюбителей СКР рассматривается вопрос организации класса по изучению телеграфа.

Несколько слов о начальнике любительской радиостанции R7KBR, которым является Ковалёв Илья Ярославович (**фото 3**). Он после окончания Симферопольского техникума радиоэлектроники поступил в Севастопольский государственный институт, который успешно окончил по специальности инженера радиосвязи, радиовещания и телевидения. В настоящее время Илья преподаёт в СКР и возглавляет ряд лабораторий радиоэлектроники колледжа. С целью получения второго высшего образования по специальности "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" Илья Ковалёв продолжает учиться на заочном отделении Севастопольского государственного университета.

Симферопольским колледжем установлены деловые контакты с Севастопольским государственным университетом. С этой целью подписан договор о сотрудничестве с Институтом радиоэлектроники и информационной безопасности СевГУ, позволяющий выпускникам СКР поступать на сходные специальности университета по результатам выпускных экзаменов. Для абитуриентов в стенах колледжа организованы подготовительные курсы по подготовке к поступлению в СевГУ. В день открытых дверей в Госуниверситете Севастополь выделял автобус для поездки симферопольских студентов СКР в город-герой.

Есть уверенность, что под руководством Ильи Ковалёва коллективная радиостанция R7KBR станет желанным объектом увлечения студентов колледжа, что позволит им более осознанно и грамотно выбрать свою профессию на будущее.

Широкополосный КВ-трансформатор сопротивлений 50/25 Ом

Сергей НОСАКОВ (UA6LGO), г. Таганрог Ростовской обл.

Для питания двух включённых параллельно широкополосных КВ-антенн, соединённых в стек, мною разработан трансформатор, описание которого приведено далее. Трансформатор изготовлен из нескольких отрезков коаксиального кабеля, одного конденсатора и обеспечивает в полосе частот 14...29,7 МГц согласование с КСВ не более 1,1. Схема трансформатора приведена на **рис. 1**. Все линии передачи W1—W7 представляют собой отрезки кабеля с волновым сопротивлением 75 Ом, некоторые из них включены параллельно и образуют линию передачи с волновым сопротивлением 37,5 Ом.

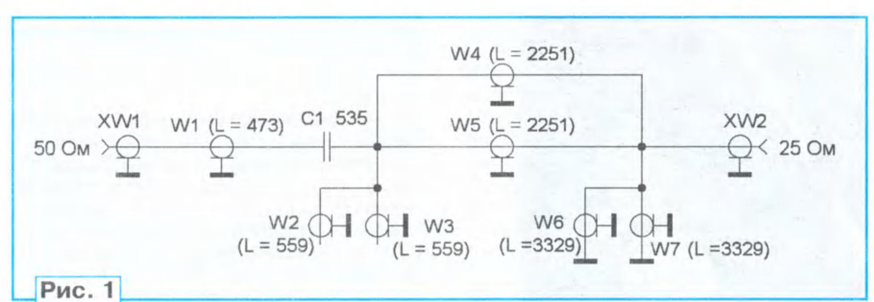


Рис. 1


Рис. 3

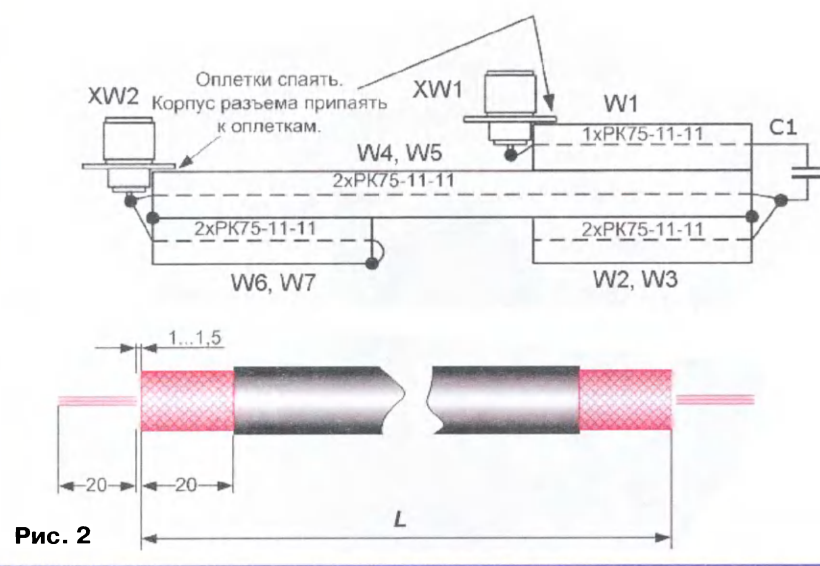


Рис. 2

Длина всех отрезков на схеме указана в миллиметрах **без учёта коэффициента укорочения кабеля**. Отрезки W2 и W3 на концах разомкнуты, а отрезки W6 и W7 замкнуты.

Конструкцию трансформатора поясняет **рис. 2**. Оплётки всех отрезков коаксиальных кабелей (линий передачи) спаяны вместе. Кабели лучше взять потолще — РК75-9-11 или РК75-11-11. Конденсатор С1 должен быть с минимальной собственной индуктивностью и соответствующей реактивной мощностью, например, серии К15 или КВИ. Его можно подобрать из имеющихся в наличии конденсаторов номиналом 560 пФ.

Этот трансформатор был изготовлен Николаем Арцивенко (UA7C) и применён на коллективной радиостанции RT6A для согласования двух трёхдиапазонных антенн AD-335 (диапазоны 10, 15 и 20 метров). Устройство успешно эксплуатируется уже в течение четырёх лет. Расчётные данные полностью подтверждены на практике. Фото антенн, согласованных с помощью вышеприведённой схемы, показано на **рис. 3**.

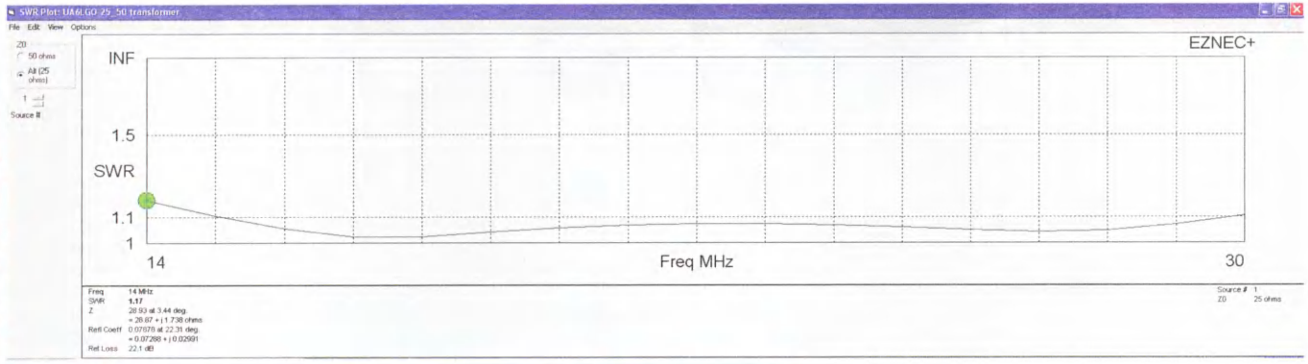


Рис. 4

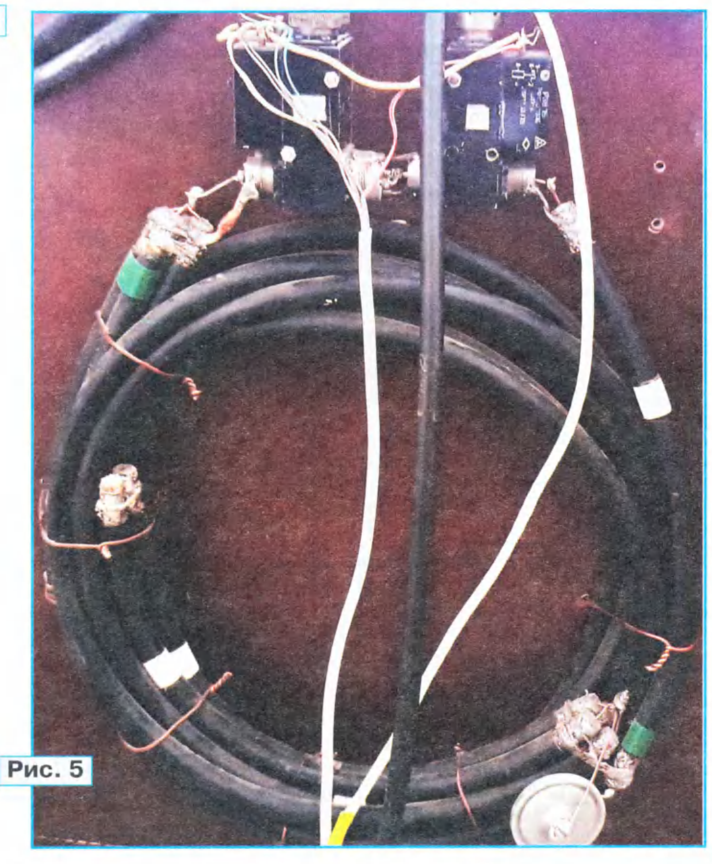


Рис. 5

Такой трансформатор изготовил и Николай Смирнов (UA3TW). Предварительно он провёл его моделирование в программе-симуляторе EZNEC+6.

Полученный результат моделирования КСВ показан на **рис. 4**. На практике у изготовленного трансформатора (**рис. 5**) в полосе частот 14...30 МГц КСВ — не более 1,2. Были отмечены его хорошая работа и доступность материалов для изготовления. Сначала этот трансформатор был применён в стеке, а в настоящее время с его помощью, при необходимости, включаются параллельно две трёхдиапазонные антенны 14...30 МГц, одна из которых установлена на поворотном устройстве.

Материалы статьи подготовлены для печати дочерью Сергея Носакова Благовой Екатериной Сергеевной, которая выражает свою благодарность радиолюбителям Николаю Арцивенко (UA7C), Николаю Смирнову (UA3TW) и Сергею Мельникову (RJ7M) за предоставленные материалы и оказанную помощь.

Ёлочка, зажгись!

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Это устройство включает подсветку или светодиодные гирлянды на малогабаритной настольной ёлочке по короткому звуковому воздействию, например, громкому сигналу или с помощью несильного удара по жёсткой поверхности, на которой установлена ёлочка. Это может быть стол, подоконник и т. д. По сравнению с аналогичным устройством [1] предлагаемый вариант более прост в изготовлении и налаживании.

Схема устройства показана на **рис. 1**. На микросхеме YX8018 собран управляемый повышающий преобразователь напряжения на накопительном дросселе L1, на транзисторах VT1 и VT2 — мультивибратор, который поочерёдно подаёт питание на светодиоды HL1—HL3 и HL4—HL6. Светодиоды можно разместить на ёлочке в виде гирлянд или установить на её верхушке или на основании. Применение указанной микросхемы позволило использовать для питания всего один элемент (гальванический или аккумулятор) напряжением 1,2...1,5 В. В качестве датчика удара (микрофона) применён пьезоакустический преобразователь BM1. Через конденсатор C2 и резистор R1 осуществляется положительная обратная связь.

Устройство работает следующим образом. Микросхема YX8018 имеет вход управления CE, напряжение на котором определяет, преобразователь работает или находится в ждущем режиме. Это напряжение можно установить подборкой резистора R2 чуть ниже порога включения (0,6...0,7 В) [2].

В исходном состоянии преобразователь находится в ждущем режиме. При воздействии на пьезоэлемент BM1 на нём возникает импульс напряжения, который запускает преобразователь напряжения на микросхеме DA1. Импульсы напряжения, возникающие на дросселе, выпрямляет диод VD1 и сглаживает конденсатор C3. Ёмкость этого конденсатора выбрана небольшой, чтобы он быстро заряжался при запуске пре-

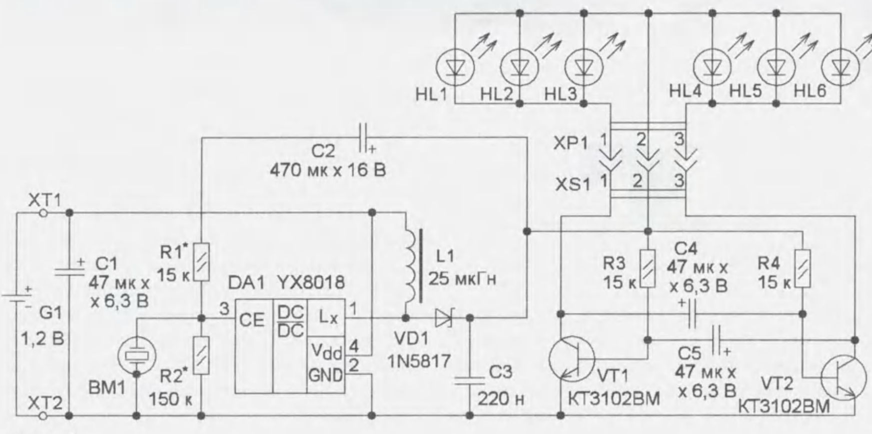


Рис. 1

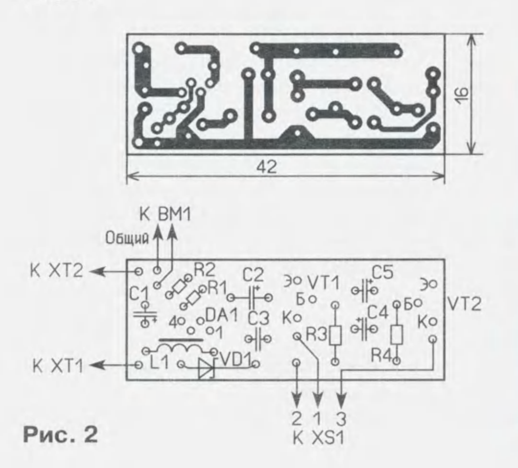


Рис. 2

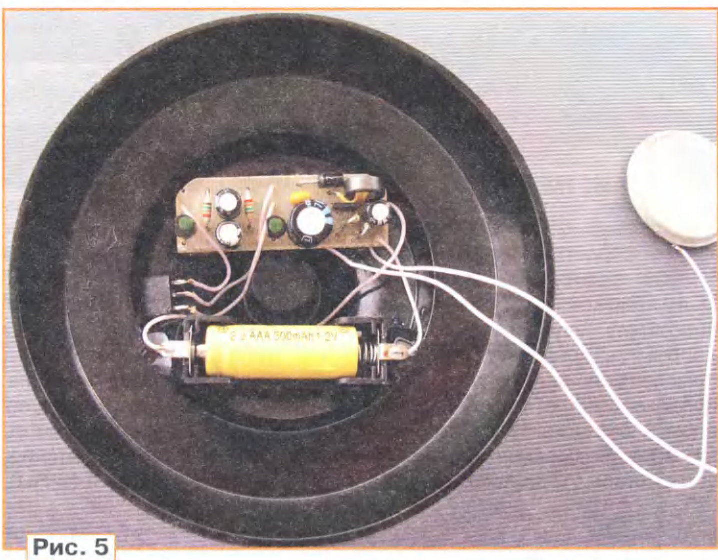


Рис. 3

образователя. После этого начинает работать мультивибратор, и группы светодиодов HL1—HL3 и HL4—HL6 вспыхивают поочерёдно. Одновременно постоянное напряжение через резистор R1 и конденсатор C2 поступает на управляющий вход CE микросхемы DA1. Пока конденсатор C2 заряжается, преобразователь находится в рабочем режиме, поэтому светодиоды мигают. По окончании зарядки конденсатора C2 преобразователь выключается и светодиоды гаснут.



Рис. 4


Рис. 5

Начинается разрядка конденсатора C2, во время которой чувствительность устройства падает, и для его включения потребуется более сильный удар. По мере разрядки конденсатора чувствительность восстанавливается.

Большинство элементов установлены на односторонней печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 2**. Она изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Применены резисторы МЛТ, С2-23, Р1-4, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, С3 — К10-17, К73. Транзисторы — любые маломощные, в том числе среднечастотные структуры n-p-n. Микросхема YX8018 (и её аналоги) широко применяется в малогабаритных недорогих светодиодных газонных светильниках, откуда и была изъята. Светодиоды можно применить маломощные повышенной яркости любого свечения, обязательно одного типа, чтобы они светили примерно одинаково. Желательно применить светодиоды в матовом пластмассовом корпусе. Пьезоэлемент — ЗП-3, подойдёт ЗП-1 или аналогичный. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Дроссель намотан на ферритовом кольце диаметром 8,2 мм и высотой 3,2 мм от КЛЛ. Обмотка содержит три витка изолированного провода диаметром 0,4...0,6 мм, индуктивность дросселя — 25 мкГн. Гнездо XS1 — серии PLD, оно установлено в боковой стенке основания, для этого сделано прямоугольное отверстие (**рис. 4**), вилка XP1 — штыри серии PLS. В качестве гнезда и вилки удобно использовать стереофонический разъём диаметром 2,5 или 3,5 мм для головных телефонов. При установке в подставку у платы пришлось немного сточить углы с одной стороны (**рис. 5**). Выключатель питания не предусмотрен, поскольку включение устройства осуществляется установкой элемента питания. Но ничто не мешает установить любой малогабаритный выключатель в одну из линий питания.

Рис. 6

Устройство можно разместить в любой другой игрушке подходящего размера. В зависимости от этого можно применить различные элементы питания, например, гальванический элемент или аккумулятор. В этой конструкции применены Ni-Cd аккумулятор типоразмера 2/3 AAA и держатель для него от малогабаритного светодиодного газонного светильника.

Для повышения чувствительности пьезоэлемент должен иметь механический контакт с подстилающей поверхностью. Как это сделать, иллюстрирует **рис. 6**. Для этого можно использовать эластичную прокладку. Пьезоэлемент 5 приклеен к небольшому отрезку поролона 3, который, в свою очередь, приклеивают к выступу основания 1 между платой 2 и держателем 4 элемента питания. Размеры отрезка поролона должны быть такими, чтобы пьезоэлемент 5 выступал на 1...2 мм из корпуса основания. При установке ёлочки на поверхность 6 пьезолемент 5 будет к ней прижат.

В паузе устройство потребляет ток около 70 мкА, во включённом состоянии — около 50 мА и слабо зависит от числа светодиодов. Токоограничивающих резисторов последовательно со светодиодами нет, поскольку выходной ток преобразователя определяется индуктивностью накопительного дросселя. После включения преобразователя продолжительность работы зависит в основном от ёмкости конденсатора C2, и для указанного на схеме номинала это — около 40 с.

Ток в дежурном режиме можно уменьшить, если диод Шоттки 1N5817 заменить на импульсный диод 1N4148 или серий 521, 522, но тогда уменьшится КПД преобразователя. Благодаря применению микросхемы YX8018 устройство работоспособно при снижении напряжения питания до 0,7...0,8 В, т. е. практически до полного истощения ресурса источника питания.

Для переключения светодиодов взамен мультивибратора на транзисторах можно применить генератор на логической микросхеме, таймере или ОУ, а число светодиодов в каждой гирлянде можно увеличить в несколько раз. Но следует учесть, что выходной ток преобразователя при этом будет делиться между всеми светодиодами, это означает, что яркость свечения каждого их них станет меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Скутельский М.** Пальмочка, зажгись! — Радио, 2019, № 4, с. 55—58.

2. **Нечаев И.** Бегущие огни на микросхемах YX8018. — Радио, 2015, № 11, с. 47, 48.

"Ардуняша" управляет бегущей строкой

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

За основу разработки была взята конструкция, описание которой приведено в интернет-статье [1]. В приведённом в этой статье скетче реализована возможность прокрутки на бегущей строке, записанной в программе, фразы на русском языке. Сама строка собрана на четырёх светодиодных матрицах 8×8 с драйвером на микросхеме MAX7219. Мне захотелось расширить возможности конструкции, реализовав голосовой набор сообщений, добавив возможность дистанционного управления настройками яркости, скорости перемещения сообщения и режимами набора проигрываемых фраз. Для этого в схему был добавлен Bluetooth-модуль HC-05, изменён скетч, написано приложение для смартфона. Внешний вид устройства показан на **рис. 1**. Приложение стилизовано под робота "Ардуняшу", знакомую читателям по статье [2].



Рис. 1

Рис. 3

Схема устройства показана на **рис. 2**, внешний вид модулей, входящих в устройство, показан на **рис. 3**. К внешним боковым поверхностям матриц A3 и A6 по торцам сборки приклеены две стойки-опоры. Они выполнены в форме равнобедренных прямоугольных треугольников с катетами длиной 40 мм из листовой пластмассы толщиной 3 мм. В правой опоре (в соответствии с рис. 1) сделано окно для разъёма, к которому припаяны соединительные провода. К поверхностям опор приклеен прямоугольный отрезок цветного тонкого полупрозрачного пластика (упаковка от бритвенного набора). Он выполняет функцию светофильтра и имеет размеры 50×150 мм. Для придания жёсткости верхний край по всей длине загнут на глубину 10 мм.

Питается устройство от USB-порта ноутбука, в связи с чем в скетче ограничена максимальная яркость свечения матриц до 6 (наибольшее значение может составлять 15). Внешний вид экрана текущей версии приложения изображён на **рис. 4**. Основная кнопка "ВТ" — красного цвета, если не включён режим передачи через Bluetooth на смартфоне, или жёлтого, если связь с модулем не установлена. Зелёный цвет информирует о работоспособности соединения между Arduino Uno и приложением. Кратковременное нажатие на эту клавишу запускает голосовой ввод сообщения, продолжительное нажатие — подключение соединения (если оно не включилось автоматически при запуске приложения). Кнопкой "ЯРК" при последовательном кратковременном нажатии изменяют режимы яркости бегущей строки: "тускло", "ярко", "скрыто". Кнопка "СКОР" регулирует скорость перемещения символов "медленно" и "быстро". В строке "ПРОИЗНЕСЁННАЯ ФРАЗА" при каждом вводе отображается текст, посылаемый на бегущую строку. Кнопка "РЕЖИМ" переключает краткий ввод — фразы из 3—7 слов и длинный ввод — текст

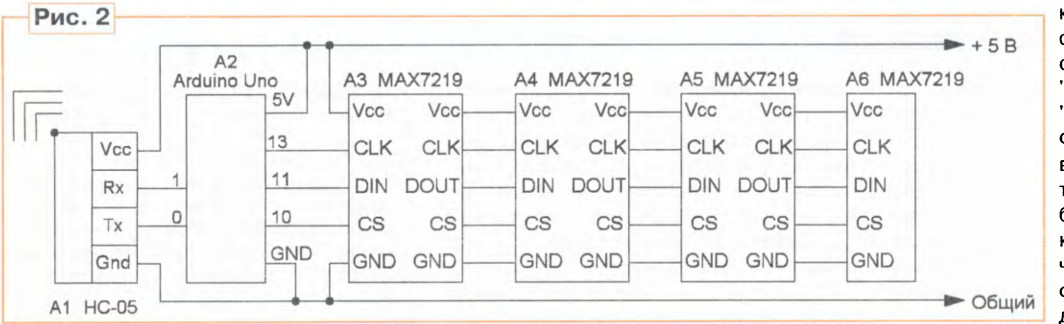


Рис. 2

РАДИО®
"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ
РАДИО № 11, 2019



Рис. 4

в 30—35 слов, произнесённый в несколько приёмов (нажатий на кнопку "ВТ"). В первом режиме новый голосовой ввод стирает предыдущую информацию, во втором — накапливает последовательно сообщения. Кнопка "ВРЕМЯ" позволяет вставить в сообщение временную метку. Все действия с кнопками сопровождаются голосовыми комментариями при нажатии на них.

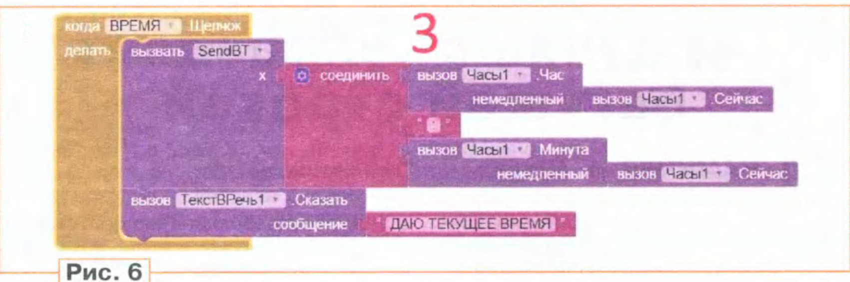


Рис. 6

Структура программы (**рис. 5** и **рис. 6**) приложения имеет несколько отличий от исходного варианта для "Ардуняши" — художницы. Блок 1 отвечает за распознавание фразы, вывод её в текстовую строку, отсылку на бегущую строку и голосовое комментирование услышанной фразы. Блоки 2 управляют работой кнопок управления строкой. Блок 3 отвечает за отсылку значения текущего времени из смартфона на табло бегущей строки с соответствующим комментарием.

При создании приложения автором использовано расширение ScSpeechRecognizer (файл для загрузки com.Scorpio.aix), любезно предоставленное участником Робофорума

Рис. 5

<**http://roboforum.ru/**> под ником Scorpio. Для его загрузки в проект в инвенторе достаточно пройти по следующему маршруту: Дизайнер — Палитра — Extension-Import extension. Можно также использовать и штатный распознаватель речи, смирясь с некоторыми неудобствами.

В отличие от исходного скетча, мною была использована другая библиотека — LedControlSPI, существенно повышающая скорость бегущей строки. Её исходники находятся в одноимённой папке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегущая строка с русскими буквами на Arduino и Max7219 8×8. — URL: **http://psenyukov.ru/%D0%B1%D0%B5%D0%B3%D1%83%D1%89%D0%B0%D1%8F-%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0-%D1%81-%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%BC%D0%B8-%D0%B1%D1%83%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-arduino/** (11.09.19).

2. **Мамичев Д.** Робот "Ардуняша" — художница. — Радио, 2019, № 1, с. 53—55.

***От редакции**. Скетч для Arduino Uno, приложение для смартфона и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/stroka.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ответы на викторину "Микроконтроллеры и контактные датчики"

("Радио", 2019, № 10, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. **Ответ — 1**. Каждый вход микроконтроллера, к которому так же как на рассматриваемой схеме, подключён контактный датчик (в данном случае набор выключателей в корпусе DIP), должен быть снабжён резистором, соединяющим вход с плюсом питания микроконтроллера и при разомкнутых контактах датчика поддерживающим высокий логический уровень на этом входе.

У многих микроконтроллеров такие резисторы сопротивлением 30...80 кОм есть внутри, но по умолчанию они выключены, при необходимости их нужно включить программно. Иначе нужны внешние резисторы. Поскольку сопротивление внутренних резисторов микроконтроллера, соединяющих его входы с плюсом питания, лежит в пределах 30...80 кОм, то при напряжении питания 5 В через замкнутые контакты будет течь ток 62...166 мкА.

Ток через замкнутые контакты четырёхканального DIP-выключателя A6FR-4101 должен быть более 10 мкА [1]. В противном случае не разрушится окисная плёнка, покрывающая поверхность контактов, и контактное сопротивление будет очень большим.

При замене этого переключателя на кнопочный с независимой фиксацией П2КН-4 логика работы устройства не изменится. Но минимальный ток через контакты таких переключателей — 1 мА [2]. Коммутация получится ненадёжной. Чтобы гарантировать хороший контакт, нужно внутренние резисторы микроконтроллера заменить внешними сопротивлением не более 5 кОм.

2. **Ответ — 1**. При нажатой кнопке SB1 на вход микроконтроллера поступает напряжение высокого логического уровня от источника питания 3,3 В. Когда она отпущена, низкий логический уровень обеспечивает резистор R1. Однако на входах некоторых микроконтроллеров (например, STM32F103) имеются внутренние резисторы аналогичного назначения. Нужно только включить такой резистор программно. Резистор R1 станет ненужным.

Но далеко не все микроконтроллеры (в том числе ATmega328P) имеют нужные резисторы. Для работы с ними резистор R1 обязателен.

3. **Ответ — 0**. Контакты геркона (герметизированного контакта) замыкаются под действием магнитного поля, например, приближающегося к нему постоянного магнита. С точки зрения микроконтроллера геркон ничем не отличается от обычной кнопки. Если разместить определённым образом два геркона вблизи вала, на котором укреплён постоянный магнит, то при вращении вала в одну сторону сначала замкнутся контакты геркона SF1, а затем — геркона SF2. При вращении в другую сторону порядок их замыкания будет обратным. Но поскольку герконы соединены последовательно, замыкание контактов лишь одного из них (любого) не приведёт к изменению уровня напряжения на входе микроконтроллера. Он станет низким лишь тогда, когда замкнуты контакты обоих герконов. Поэтому микроконтроллер не сможет различить, контакты какого геркона замкнулись или разомкнулись первыми.

Чтобы определять направление движения магнита, герконы нужно подключить к разным входам микроконтроллера.

4. **Ответ — 1**. Проблема дребезга контактов характерна для всех контактных датчиков. Применительно к обычным кнопкам ориентируются на его продолжительность 20...40 мс, в течение которых состояние контактов непредсказуемо. В микроконтроллерных устройствах с дребезгом контактов борются, как правило, программно, используя многократный опрос состояния контакта в течение определённого времени.

Конденсатор C1 мог бы претендовать на звание подавителя дребезга, если бы его ёмкость была бы на 2—3 порядка больше. При сопротивлении резистора R1 4,7 кОм конденсатор ёмкостью 0,01 мкФ заряжается до 95 % напряжения источника за 1,5 мс, что явно мало по сравнению с 20...40 мс неустойчивого контакта. Так что основное назначение конденсатора C1 — подавление высокочастотных наводок (например, от близко расположенного сотового телефона в режиме поиска базовой станции). Они могут приводить к ложной оценке состояния кнопки SB1.

5. **Ответ — 1**. Если внутри микроконтроллера включить резистор, соединяющий его вход с плюсом питания, то при отпущенной кнопке SB1 образуется делитель напряжения из этого резистора (30...80 кОм) и соединённых с ним последовательно резисторов R1 и R2 общим сопротивлением около 300 кОм. Напряжение на этом входе будет находиться в пределах 3,9...4,5 В. Микроконтроллер сочтёт его имеющим высокий логический уровень, как и при нажатой кнопке. Следовательно, он не прореагирует на нажатую кнопку.

6. **Ответ — 1**. Обычно для подключения каждой кнопки требуется отдельный вход микроконтроллера. Чем больше кнопок — тем больше ими занято входов. Если число выводов микроконтроллера невелико, это вызывает проблемы. Их необходимое число можно уменьшить, если в микроконтроллере есть АЦП. К одному его входу можно подключить управляемый несколькими кнопками резистивный делитель напряжения. Резисторы этого делителя следует подобрать так, чтобы значения напряжения на входе АЦП максимально различались при нажатиях на разные кнопки и их комбинации. Это даст микроконтроллеру возможность распознать их.

Пример схемы, работающей по такому принципу, приведён в вопросе. При нажатых кнопках SB2 и SB3 сопротивление соединённых параллельно резисторов R2 и R3 будет $1{,}5\times3{,}3/(1{,}5+3{,}3)=1{,}03125$ кОм, а напряжение на входе АЦП — $2{,}5\times1{,}03125/(10+1{,}03125)\approx0{,}23$ В. Аналогичный расчёт показывает, что при одновременном нажатии на кнопки SB1 и SB2 напряжение будет около 0,12 В. Такие значения сможет различить даже восьмиразрядный АЦП с образцовым напряжением 2,5 В.

7. **Ответ — 0**. В вопросе показана схема подключения к микроконтроллеру двухпозиционного переключателя со средним нейтральным положением. Это может быть, например, манипулятор автоматического телеграфного ключа. При нажатии на его рычаг в одну сторону микроконтроллер формирует тире, а в другую — точки. Элементы R1C1 и R3C2 служат фильтрами подавления помех от работающего радиопередатчика.

Микроконтроллеры ATmega328P и многие другие при напряжении питания 5 В воспринимают логический уровень напряжения на дискретном входе как высокий при напряжении на нём более 2,7 В, а как низкий — при напряжении менее 2,2 В (fig. 29-11,

29-12 в [3]). Обычно резисторы, от которых зависят эти уровни при разных положениях манипулятора, выбирают одинаковых номиналов. Но это не догма. Главное, чтобы при разомкнутых контактах напряжение на соответствующем входе микроконтроллера соответствовало высокому логическому уровню, а при замкнутых — низкому. Предложенная в вопросе перестановка резисторов это условие не нарушит. Значит, она допустима.

8. **Ответ — 0**. Согласно [3], большую часть времени линия микроконтроллера сконфигурирована как выход, на котором установлен высокий логический уровень напряжения. При этом светодиоды HL1 и HL2 светятся. Для определения состояния кнопки SB1 микроконтроллер на короткое время конфигурирует эту линию как вход с включённым резистором, соединяющим её с плюсом питания. Если напряжение на входе имеет низкий уровень, кнопка нажата, если нет — отпущена. Короткая пауза в свечении светодиодов остаётся незаметной человеческому глазу.

Светящиеся светодиоды потребляют ток около 5 мА. Нажатие на кнопку SB1 добавляет ещё 0,95 мА, текущих через резистор R2. При таком приращении тока напряжение на выходе микроконтроллера уменьшается всего на 0,02 В (fig. 29-10 в [3]). Так что на яркость свечения светодиодов состояние кнопки практически не влияет.

9. **Ответ — 0**. Конденсатор C1 подавляет высокочастотные помехи, попадающие на вход микроконтроллера, например, в результате наводок на длинные провода, идущие к кнопке SB1. Однако если заменить резистор R1 перемычкой, то конденсатор C1 при нажатии на кнопку будет разряжаться лишь через малое (доли ома) сопротивление её замкнутых контактов. Это вызовет сильный бросок тока в цепи кнопки, способный навести импульсную помеху на другие цепи и даже повредить контакты кнопки. Резистор R1 уменьшает амплитуду импульса тока разрядки конденсатора C1. Чем больше его сопротивление, тем она меньше, однако тем менее эффективной становится защита входа микроконтроллера от высокочастотных помех.

10. **Ответ — 1**. Нажатие на кнопку SB1 не только устанавливает низкий уровень напряжения на входе микроконтроллера, но и включает светодиод HL1, что весьма удобно на практике. Но если удалить резистор R2, то микроконтроллер не сможет правильно проанализировать состояние кнопки SB1, поскольку, когда она не нажата, p-n переход светодиода будет закрыт и потенциал входа микроконтроллера "плавает" в зависимости от уровня наводок и утечек тока. Следовательно, исключить резистор R2 можно только в микроконтроллерах, к входам которых подключены (и включены программно) внутренние резисторы, соединяющие их с плюсом питания.

11. **Ответ — 0**. Переключатели серии P65 — поворотные кодовые на 10 или 16 положений. Каждое из них кодируется определённым сочетанием соединений контактов 1, 2, 4, 8 с контактом C. По числу положений, внешнему виду, расположению и назначению выводов переключатели P65THR101 и P65THR102 (**рис. 1**) одинаковы. Отличаются они лишь формируемыми кодами. В **таблице** показаны кодовые таблицы для обоих переключателей [4]. Как из неё видно, состояния контактов этих переключателей взаимно инверсны. Поэтому при замене одного из переключателей другим снимаемые с них сигналы нужно аппаратно проинвертировать, а проще — предусмотреть их инверсию в программе. Перемена мест выводов переключателя правильного результата не даст.

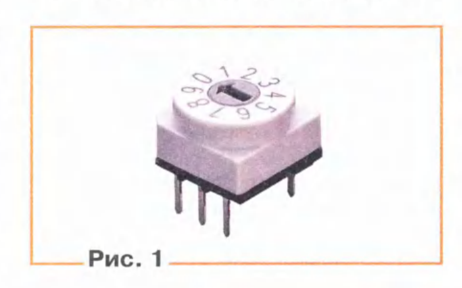


Рис. 1

Положение	Выводы, соединённые с выводом C							
	P65THR101				P65THR102			
	1	2	4	8	1	2	4	8
0					•	•	•	•
1	•					•	•	•
2		•			•		•	•
3	•	•					•	•
4			•		•	•		•
5	•		•			•		•
6		•	•		•			•
7	•	•	•					•
8				•	•	•	•	
9	•			•		•	•	

• — выводы соединены.

12. **Ответ — 0**. От перемены мест соединённых последовательно элементов ничего не изменяется. На практике встречаются оба варианта. Выбор любого из них может быть связан, например, с удобством разводки проводников на печатной плате или с другими особенностями конструкции. Резистор R1 уменьшает амплитуду импульса тока при разрядке конденсатора C1 через нажатую кнопку, а также снижает добротность колебательного контура, образованного конденсатором C1 и индуктивностью длинных соединительных проводов между ним и кнопкой. Последнее уменьшает создаваемые при нажатии на кнопку помехи.

13. **Ответ — 0**. Варистор с длинным названием AVRM1005C6 R8NT101N — один из серии таких приборов с малой собственной ёмкостью, предназначенных для поверхностного монтажа [5] и специально разработанных для защиты электронных приборов от статического электричества (static electricity) и коротких бросков напряжения (surge voltage). Они имеют симметричные ВАХ для положительного и отрицательного напряжений. Совместно с ограничивающим ток резистором R1 варистор RU1 защищает вход микроконтроллера от электростатических потенциалов, которые могут попасть в устройство при прикосновениях к контактам кнопки руками. Дребезг контактов кнопки SB1 обычно устраняют, подключая параллельно им конденсатор большой (сотни нанофарад) ёмкости. Собственная ёмкость варистора серии AVR измеряется единицами пикофарад, и для этого он не годится.

14. **Ответ — 0**. Линии портов микроконтроллера нередко выполняют несколько функций. В рассматриваемом случае это опрос состояния кнопки SB1 и генерация логического сигнала, подаваемого на нагрузку, изображённую в виде резистора $R_н$. Сопротивление резистора R2 должно быть достаточно большим, чтобы при нажатой кнопке уровень сигнала, подаваемого на нагрузку, заметно не уменьшался. При использовании микроконтроллеров AVR и PIC это условие выполняется при $R_н$ более 1 кОм.

Однако при отпущенной кнопке резисторы R1, R2 и сопротивление $R_н$ образуют делитель напряжения. Он уменьшает поступающее на вход микроконтроллера при опросе состояния кнопки напряжение. Например, при отпущенной кнопке и $R_н$=1 кОм напряжение упадёт до 0,19 В и будет вос-

принято микроконтроллером как логически низкое, как и при нажатой кнопке.

Если же $R_н$=100 кОм, напряжение на входе микроконтроллера при отпущенной кнопке будет 4 В. Это выше порога (1,7 В согласно fig. 29-11 в [3]). Поэтому микроконтроллер считает это напряжение имеющим высокий логический уровень и распознаёт состояние кнопки правильно.

15. **Ответ — 0**. Согласно [6], длительность дребезга контактов измеряют с момента их первого замыкания (или размыкания) и до момента устойчивого замыкания (или размыкания). Контакты считают разомкнутыми при напряжении между ними более 90 % напряжения питания и замкнутыми при напряжении менее 10 % этого напряжения. Длительность интервалов дребезга $t_{др1}$ и $t_{др2}$ по стандарту измеряют между этими уровнями (**рис. 2**,а). О состоянии контактов можно достоверно судить только по истечении этих интервалов.

Внутренний триггер Шмитта, показанный на схеме, иллюстрирующей вопрос, имеется на каждом логическом входе микроконтроллера ATmega328P. Значения порогов его переключения указаны в комментарии к ответу на вопрос 7. Этот триггер не пропускает на свой выход импульсы, не пересекающие пороги (рис. 2,б). В результате продолжительность интервалов дребезга ($t_{др1т}$ и $t_{др2т}$) несколько уменьшается, особенно, если амплитуда импульсов нарастает и спадает медленно. Однако основное назначение триггера Шмитта — увеличение крутизны перепадов медленно изменяющихся входных сигналов.

16. **Ответ — 1**. Если используемый вход микроконтроллера логический, он может различить лишь два уровня сигнала — высокий

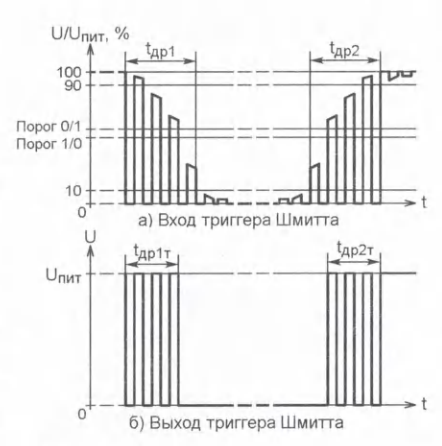


Рис. 2

и низкий. Для различения трёх и более уровней нужно использовать аналоговый вход (вход встроенного в АЦП микроконтроллера). Если измеренное напряжение 1,65 В, значит, работает резистивный делитель напряжения R1R2, следовательно, переключатель находится в положении "1". Если напряжение 3,3 В, то подключён только резистор R2, а переключатель установлен в положение "2", если 0 В — вход микроконтроллера соединён с общим проводом, так как переключатель в положении "3". В принципе, десятиразрядный АЦП может различить 1024 уровня напряжения. Но на практике — значительно меньше. Нужно учитывать разброс и нестабильность (тепловую и временную) сопротивления резисторов, образующих делители напряжения, а также возможные наводки на соединительные провода.

ЛИТЕРАТУРА

1. A6FR Piano DIP Switch. — URL: **https://ru.mouser.com/datasheet/2/307/omron_03202018_A6FR_datasheet-1314011.pdf** (13.07.19).

2. Переключатели модульные типа П2К, П2Кл. — URL: **http://www.ltava.com.ua/download.php?file=pdf_docs/P2K-P2Kl.pdf** (13.07.19).

3. ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf** (30.07.19).

4. P65 series. — URL: **http://www.yeint.ru/upload/2018/apem/PCB-serie-P65.pdf** (13.07.19).

5. Chip Varistors. AVR series. — URL: **https://product.tdk.com/info/en/catalog/datasheets/vpd_varistors_avr_en.pdf** (13.07.19).

6. ГОСТ 28627-90 (МЭК 1020-1-89). Электромеханические переключатели, используемые в электронной аппаратуре. Общие технические условия (с Поправкой). — URL: **http://docs.cntd.ru/document/1200017457** (09.08.2019).

Программный комплекс "Color and Code" помогает выбрать добавочный резистор для светодиода

Г. ГАЯЗОВ, г. Казань

Полезный радиолюбителям программный комплекс "Color and Code" собственной разработки был представлен автором в статьях [1—12]. Теперь он дополнен ещё одной функцией — расчётом сопротивления добавочных резисторов для одиночных и соединённых последовательно или параллельно светодиодов. Исходные данные для расчёта можно взять из имеющегося в комплексе электронного справочника.

Светодиод — полупроводниковый прибор, способный излучать свет, когда через его p-n переход в прямом направлении течёт ток. В зависимости от материала, из которого он изготовлен, светодиод может излучать свет разной длины волны — соответственно и разного цвета, от инфракрасного до ультрафиолетового. Светодиод имеет нелинейную ВАХ (вольт-амперную ха-

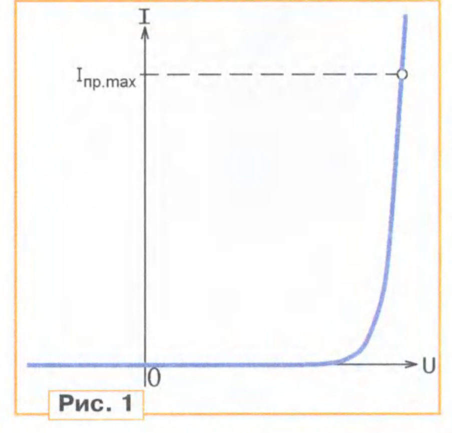


Рис. 1

рактеристику), показанную на **рис. 1**. По форме она идентична ВАХ обычного полупроводникового диода и отличается от неё лишь прямым напряжением, при котором через p-n переход начинает протекать ток. Яркость излучения светодиода пропорциональна этому току.

Самый простой и часто используемый ограничивающий ток элемент — резистор. Его соединяют со светодиодом по схеме, изображённой на

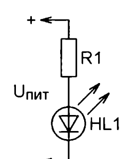


Рис. 2

рис. 2. Здесь резистор R1 и светодиод HL1 можно поменять местами. Ток, текущий через светодиод, и яркость его свечения от этого не изменятся.

Сопротивление резистора R1 определяют по формуле

$$R = \frac{U_{пит} - U_д}{I_д},$$

где $I_д$ — заданный ток через диод, А; $U_{пит}$ — напряжение питания, В; $U_д$ — прямое падение напряжения на диоде при заданном токе, В. При $I_д$=0,02 А, $U_{пит}$=5 В и $U_д$ = 2 В расчёт даёт 136,4 Ом.

Учтите, что фактические значения напряжения $U_д$ могут заметно отличаться от справочных 2 В. Например, у светодиодов красного свечения оно — около 1,7 В, жёлтого и зелёного свечения — 2,1...2,2 В, белого и синего свечения — более 3 В. Зависит оно и от температуры, и от рабочего тока, который к тому же не должен превышать допустимого для конкретного типа светодиода значения.

Остаётся подобрать резистор с номинальным сопротивлением из стандартного ряда, например E24. В связи с тем, что фактическое сопротивление резистора всегда отличается от указанного на нём номинального в пределах допуска (например, на ±10 %), чтобы не превысить заданный ток светодиода, выбирают, как правило, ближайший больший номинал. В рассматриваемом случае — 150 Ом.

Вроде бы ничего сложного, но для решения задачи приходится выполнять три операции:

1. Найти характеристики светодиода.
2. Произвести вычисления.
3. Выбрать номинальное сопротивление резистора из стандартного ряда.

Как известно, в Интернете можно найти множество on-line калькуляторов, но решают они в основном второй, а иногда и третий пункты задачи, оставляя без внимания первый.

Программный комплекс "Color and Code" помогает решать много разных задач [1—12]. Для решения одной из них, запустив программу и пройдя по пути "Калькулятор"→"Калькулятор"→"Сопротивление резистора для светодиода", на экране компьютера открывают окно, показанное на **рис. 3**. В нём предложено несколько вариантов задачи как для одного светодиода, так и для нескольких, соединённых последовательно или параллельно. Имеются поля для ввода исходных значений. А функция "Использовать справочник" облегчает их поиск.

Программный комплекс "Color and Code" содержит множество справочников. Один из них — справочник по диодам (**рис. 4**), в том числе светоизлучающим. Относящиеся к конкретному светодиоду значения и используют в качестве исходных для расчёта. А что делать, если во встроенном справочнике нет нужного светодиода? Во-первых, программный комплекс постоянно обновляется. Во-вторых, к нему прилагается редактор базы данных EditColor

Калькулятор
Сопротивление резистора для светодиода
Калькулятор
Сопротивление резистора для светодиода
Схема включения
Один светодиод | Последовательное соединение | Параллельное соединение
Напряжение питания, В: 5 | 5 В | 9 В | 12 В
Прямое напряжение светодиода, В: 2
Прямой ток светодиода, мА: 22
Число светодиодов
Расчет
Использовать справочник
Сопротивление рассчитанное, Ом: 136.364
Выбранное из ряда, Ом: 150 | E24
Мощность, рассеиваемая резистором, Вт: 0.066
АЛ307АМ
АЛ307БМ
АЛ307ВМ
АЛ307ГМ
АЛ307ДМ
АЛ307ЕМ
АЛ307ЖМ
АЛ307КМ
OK | Отмена

Рис. 3

Color and Code 19.1

Файл Элементы Сервис Калькулятор Справочные данные Справка ПАРТНЕРЫ

СПРАВОЧНИК ПО РАДИОЭЛЕМЕНТАМ

Светоизлучающий диод

АЛ307АМ

Цвет свечения	λ min, нм	λ max, нм	I v , мДж	при I пр, мА	U пр max (U пр max имп), В	U обр max (U обр max имп), В	I пр max (I пр max имп), мА	P e min, мВт
Красный	650	675	0.15	10	2	2	22	

I пр и max, мА	при t и, мс	при Q	T,°C	КОРПУС
100	2	10	-60...+70	КИ2-2

АЛ307АМ
АЛ307БМ
АЛ307ВМ
АЛ307ГМ
АЛ307ДМ
АЛ307ЕМ
АЛ307ЖМ

ал

Отечественный

Элементная база

Корпуса
Микроконтроллеры
Микросхемы
Обозначение выводов
Радиоэлементы

Подгруппа

Диоды
Стабилитроны и стабисторы
Варикапы
Держатели предохранителей
Оптопары

Нажмите F1 для получения помощи

Рис. 4

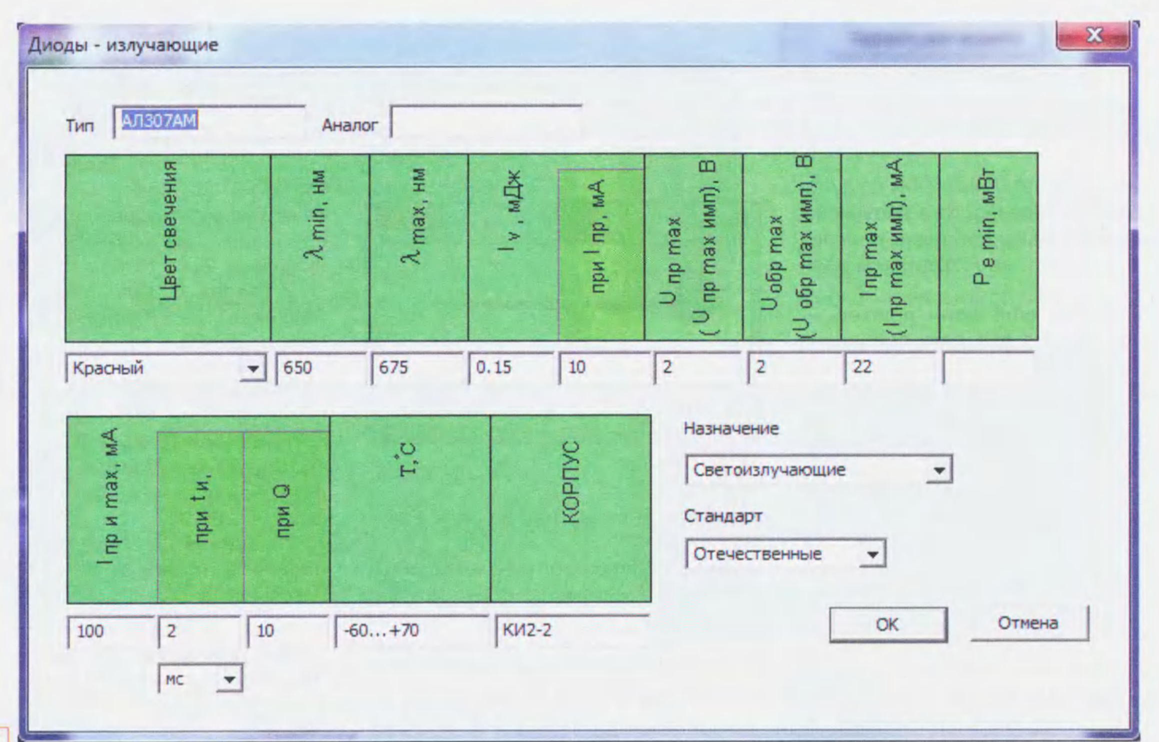


Рис. 5

Калькулятор
Сопротивление резистора для светодиода
Калькулятор
Сопротивление резистора для светодиода
Схема включения
Один светодиод
Последовательное соединение
Параллельное соединение
R1
HL1
$U_{пит}$
HLn
Rn
Напряжение питания, В 12 5 В 9 В 12 В
Прямое напряжение светодиода, В 2
Прямой ток светодиода, мА 22
- Число светодиодов -
Расчет
Использовать справочник
Сопротивление рассчитанное, Ом 363.636
Выбранное из ряда, Ом 390 E24
Мощность, рассеиваемая резистором, Вт 0.176
АЛ307АМ
АЛ307БМ
АЛ307ВМ
АЛ307ГМ
АЛ307ДМ
АЛ307ЕМ
АЛ307ЖМ
АЛ307КМ
OK Отмена

Рис. 6

(**рис. 5**). С его помощью в базу можно самостоятельно добавить неограниченное число необходимых элементов.

Рассмотрим ещё один пример — расчёт резистора для двух соединённых последовательно светодиодов (**рис. 6**). Его сопротивление программа вычисляет по той же формуле, что и с одним светодиодом, но вместо падения напряжения на одном светодиоде $U_д$ она подставляет сумму падений напряжения на каждом из n светодиодов:

$$U_{д\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} U_{дi}.$$

где i — номер светодиода; n — их общее число. При $U_{пит}$=12 В, $U_{д1}$=$U_{д2}$=2 В и $I_д$=0,02 А получим R1=363,6 Ом. Ближайшее большее номинальное сопротивление резистора из ряда E24 — 390 Ом.

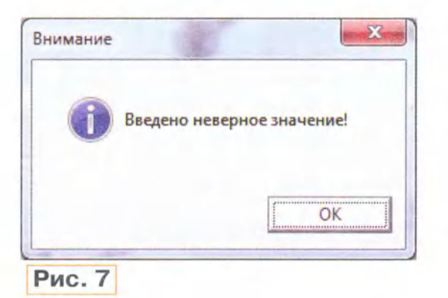


Рис. 7

Для удобства работы в калькуляторе имеются кнопки со стандартными значениями напряжения питания. Число светодиодов устанавливают ползунком. Если установить на ползунок курсор мыши и нажать на её левую кнопку, станет видно установленное число светодиодов. Перемещение ползунка будет изменять это число.

При вводе недопустимых исходных значений на экране появляется предупреждение (**рис. 7**). Для повторения расчёта после изменения исходных данных нужно нажать на экранную кнопку "Расчёт".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гаязов Г. Н.** Программный комплекс Color and Code. — Компоненты и технологии, 2010, № 6.

2. **Гаязов Г.** Color and Code. — Радиолюбитель, 2009, № 11, с. 17.

3. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 2. Общие сведения. — Радиолюбитель, 2009, № 12, с. 40, 41.

4. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 3. Определение радиоэлементов. — Радиолюбитель, 2010, № 1, с. 33—35.

5. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 4. Справочник. — Радиолюбитель, 2010, № 2, с. 24—27.

6. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 5. Калькулятор. — Радиолюбитель, 2010, № 3, с. 33—35.

7. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 6. Редактор базы данных — первый подмодуль. — Радиолюбитель, 2010, № 4, с. 29—31.

8. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 7. Редактор базы данных — второй подмодуль и объединение баз данных. — Радиолюбитель, 2010, № 5, с. 44—47.

9. **Гаязов Г.** Color and Code 10.x и SMD-коды. — Радиолюбитель, 2010, № 6, с. 27—29.

10. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 9. SMD-коды. Новые возможности. — Радиолюбитель, 2010, № 10, с. 40, 41.

11. **Гаязов Г.** Color and Code. Часть 10. Справочник "Микросхемы" — новый функционал. — Радиолюбитель, 2010, № 11, с. 22—24.

12. **Гаязов Г.** Color and Code. Определяем новые типы. — Радиолюбитель, 2010, № 12, с. 34, 35.

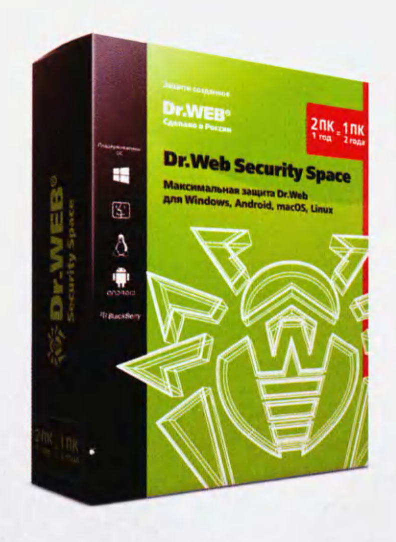
***От редакции.** По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/11/color.zip** имеется программа "Color and Code" версии 19.41.*

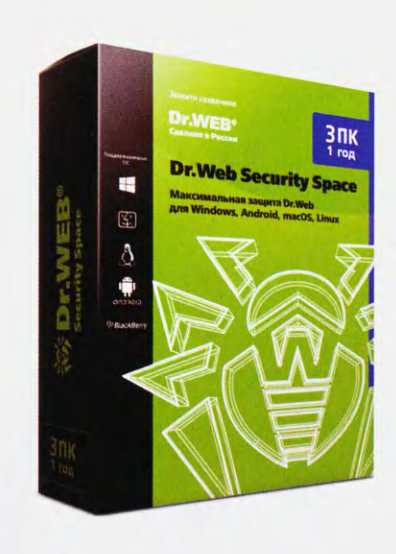


Защити созданное

Новая версия Dr.Web 12 для Windows









Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

Защита Dr.Web Security Space поможет безопасно путешествовать по Всемирной паутине.



© ООО «Доктор Веб», 2003 –2018

Сайты компании «Доктор Веб»:

https://www.drweb.ru | https://антивирус.рф

https://free.drweb.ru | https://curenet.drweb.ru

https://www.av-desk.com



Реклама

0+



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2020 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 300 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 2300 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 3000 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2340 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 3120 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—12	150 руб.	220 руб.	320 руб.
2017	1—6	185 руб.	255 руб.	355 руб.
2017	7—12	200 руб.	285 руб.	385 руб.
2018	1—6	220 руб.	310 руб.	415 руб.
2018	7—12	240 руб.	330 руб.	440 руб.
2019	1—6	260 руб.	350 руб.	460 руб.
2019	7—12	280 руб.	370 руб.	480 руб.
2020	1—6	300 руб.	390 руб.	500 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы . При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы не высылает!

Подписные индексы журнала по каталогам

- Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772
- Официальный каталог Почты России П4014
- Объединённый каталог "Пресса России" 89032



